

VESIHALLITUKSEN MONISTESARJA

Nro 436

NUMMIJÄRVEN KÄYTTÖKELPOISUUDEN
PARANTAMINEN KAUHAJOEN KUNNASSA

Pekka Brusila

V E S I H A L L I T U K S E N M O N I S T E S A R J A

Nro 436

NUMMIJÄRVEN KÄYTTÖKELPOISUUDEN
PARANTAMINEN KAUHAJOEN KUNNASSA

Pekka Brusila

Vesihallitus
Helsinki 1986

**VESI- JA YMPÄRISTÖ-
HALLITUKSEN KIRJASTO**

865189_a

Tekijä on vastuussa julkaisun sisällöstä, eikä siihen voida vedota vesihallituksen virallisena kannanottona.

Julkaisua saa Vaasan vesipiirin vesitoimistosta.

ISBN 951-46-9620-4
ISSN 0358-7169

Painopaikka: Vesihallituksen monistamo, Helsinki 1986.

S I S Ä L L Y S L U E T T E L O

Sivu

ALKUSANAT

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LIITELUETTELO

KUVALUETTELO

TAULUKKOLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. NUMMIJÄRVI YMPÄRISTÖINEEN	2
2.1 SIJAINTI JA VESISTÖALUEEN HYDROLOGIA	2
2.2 VEDENKORKEUSHAVAINNOT JA VIRTAMAMITTAUKSET	9
2.3 MAASTOTYYPPIJAKAUMA	10
2.4 MAAPERÄ	10
2.5 RANTAMAAT	10
2.6 SUUNNITTELUN AIKAISEMMA VAIHEET	11
3. NUMMIJÄRVEN TILA JA SEN MUUTTUMINEN	13
3.1 VEDENLAATU	13
3.2 KASVISTO	15
3.2.1 Makrofyttikasvillisuuden kartoitus	15
3.2.2 Kasvillisuuskartoituksen tulokset	16
3.2.3 Makrofyttikasvillisuuden muuttuminen	22
3.2.4 Nummijärven sinileväkukinta	25
3.3 KALASTO	26
4. NUMMIJÄRVEN KUORMITUSTILANNE JA SEN MUUTTUMINEN	27
4.1 KIINTOAINEKUORMITUS	27
4.1.1 Määritelmiä	27
4.1.2 Kuormituslähteet ja kuormituksen muut-	
tuminen	28
4.1.3 Vaikutukset vesistössä	28
4.1.4 Nykyisen kuormituksen jakaantuminen	29
4.2 RAVINNEKUORMITUS	32
4.2.1 Kuormituksen laskennan perusteet	32
4.2.2 Kuormituslähteet	34
4.2.2.1 Maa-alueilta tapahtuneet ravinne-	
huuhtoumat	34

4.2.2.2 Ilmakehästä tulevat ravinne-	
keumat	35
4.2.2.3 Loma-asutuksen kuormitus	36
4.2.3 Ravinteiden poistuma	37
4.2.4 Ravinnekuormituksen tarkastelua	37
5. NUMMIJÄRVEN TILAN PARANTAMISTOIMENPITEET	40
5.1 YLEISIÄ NÄKÖKOHTIA	40
5.2 MAHDOLLISUUDET VÄHENTÄÄ VALUMA-ALUEELTA TULEVAA	
KUORMITUSTA	41
5.2.1 Turvetuotantoalueet	41
5.2.2 Maatalous	42
5.3 VEDENPINNAN NOSTO	44
5.3.1 Käytön suositeltavuus	44
5.3.2 Nostokorkeuden määrittäminen	45
5.4 VESIMASSAN HAPETTAMINEN	46
5.4.1 Hapettamisen tavoite	46
5.4.2 Hapettamismenetelmä ja hapettamislaitteen	
toiminta	46
5.4.3 Vaikutus veden happipitoisuuteen	48
5.4.4 Tarvittava hapettamisaika ja hapettamisen	
seuranta	50
5.5 KALANISTUTUS	51
6. NUMMIJÄRVEN VESITASE	52
6.1 VESITASEEN LASKEMISEEN TARVITTAVAT LÄHTÖTIEDOT	52
6.1.1 Tilavuus ja pinta-ala tiedot sekä purkau-	
tumiskäyrä	52
6.1.2 Valuma	52
6.1.3 Sadanta järveen	53
6.1.4 Haihdunta järvestä	55
6.1.5 Jäätiedot	55
6.2 VESITASEEN LASKEMINEN	55
6.2.1 Tulovirtaama	55
6.2.2 Virtaama Ylimysjärvestä Nummijärveen	56
6.2.3 Vedenkorkeuksien laskeminen	56
6.2.4 Eri vuodenaikojen ottaminen huomioon	
vesitaselaskelmissa	57
6.2.5 Tulosten tarkastelua	57
6.3 VESITASE TULEVASSA TILANTEESSA	58
6.3.1 Vedenpinnan nosto pohjapadolla	58

6.3.2 Vedenkorkeuksien ja virtaamien muuttuminen	61
6.3.3 Viipymän muuttuminen	67
7. TARVITTAVAT RAKENTEET JA MAARAKENNUSTYÖT	67
7.1 ERISTYSOJAT	69
7.1.1 Eteläisen pengerrysalueen eristysojat	69
7.1.2 Pohjoisen pengerrysalueen eristysojat	70
7.2 TULVAPENKEREET JA KUIVATUSOJAT	70
7.2.1 Pengerlinja 1	71
7.2.2 Pengerlinja 2	71
7.2.3 Pengerlinja 3	72
7.3 VAIHTOEHTO TULVAPENKEREIDEN SIJOITTAMISEKSI	72
7.4 NUMMIJOEN YLÄOSAN PERKAUS	73
7.5 TIEPENKEREIDEN KOROTUKSET	73
7.6 BETONINEN POHJAPATO	74
7.7 PUMPPAAMOT, ALIJOHDOT JA PUTKIOJA	75
7.8 UIMAPAIKKOJEN RUOPPAUKSET	76
8. KUNNOSTUSTOIMENPITEIDEN VAIKUTUKSET NUMMIJÄRVEN TILAAAN JA SEN ALAPUOLISEEN VESISTÖÖN	77
8.1 VEDENPINNAN NOSTON YLEISET VAIKUTUKSET	77
8.1.1 Kerrostuneisuus	77
8.1.2 Vaikutukset järven pohjaan sekä ranta- ja pohjakasvillisuuteen	78
8.1.3 Plankton	78
8.1.4 Hajottajaorganismit ja pohjaeläimistö	79
8.1.5 Kalasto	79
8.2 VEDENPINNAN NOSTON VAIKUTUS VEDEN LAATUUN	79
8.2.1 Happipitoisuus	79
8.2.2 Typpi- ja fosforipitoisuus	80
8.2.3 Sameus, pH ja kiintoainepitoisuus	81
8.3 HAPETTAMISEN VAIKUTUS	81
8.4 YLEISARVIO JÄRVEN TULEVASTA TILASTA	82
8.5 VAIKUTUS ALAPUOLISEEN VESISTÖÖN	83
9. VAHINGONARVIOINTI	83
9.1 MAATALOUS	84
9.1.1 Peltomaan korvaus	84
9.1.2 Rikkoutumishaitta	84
9.1.3 Vedenpinnan noston vaikutus rantamaiden viljelyyn	85

9.2	METSÄTALOUS	87
9.2.1	Korvaus maapohjasta	87
9.2.2	Vedenkorkeuden muutosten vaikutus ranta- alueiden puustoon	87
9.3	KORVAUS RANTATONTTIEN MAAPOHJASTA	90
9.4	VOIMATALOUSHAITTA	90
10.	HYÖDYN ARVIOINTI	93
10.1	VIRKISTYSKÄYTTÖ	93
10.1.1	Rantatonttien arvon nousu	93
10.1.2	Vesien käyttöön liittyvien virkistys- toimintojen hyöty	96
10.2	KALASTUS	98
10.3	PENGERTÄMISESTÄ TULEVAT HYÖDYT	99
10.3.1	Maatalous	100
10.3.2	Metsätalous	100
10.3.3	Tonttimaa	100
10.4	VEDENPINNAN NOSTOSTA MAATALOUELLE TULEVA HYÖTY	101
11.	KUSTANNUKSET JA HANKKEEN KANNATTAVUUS	102
11.1	KUSTANNUKSET	102
11.1.1	Rakennuskustannukset	103
11.1.2	Muut kustannukset	103
11.2	HANKKEEN KANNATTAVUUS	104
12.	LÄHDELUETTELO	107
	LIITTEET	

A L K U S A N A T

Tämä työ on tehty Vaasan vesipiirin vesitoimistossa, jossa työtäni on ohjannut ins. Paavo Kallionpää. Työ on samalla tehty opinnäytteenä Oulun yliopiston rakennustekniikan osastolla vesirakennustekniikan laboratoriossa professori Jussi Hoolin johdolla. Haluan esittää parhaimmat kiitokseni edellä mainituille diplomityöni ohjauksesta.

Filosofian ylioppilasta Aarno Mettistä haluan kiittää työni kasvillisuusosan tutkimusten tekemisestä ja tulosten käsittelystä.

Työn puhtaaksikirjoituksesta kiitän toimistoapulaista Stina Sandmania. Parhaat kiitokset vielä kaikille niille erikseen mainitsemattomille, jotka ovat edesauttaneet työni valmistumista.

Vaasassa tammikuun 15 pnä 1985

Pekka Brusila

Tekijä ja työn nimi :

Pekka Brusila

Nummijärven käyttökelpoisuuden parantaminen Kauhajoen kunnassa

Päivämäärä : 15.1.1985

Sivumäärä : 110

Osasto :

Rakentamistekniikka

Professori :Vesirakennus-
tekniikka

Työn valvoja : Professori Jussi Hooli

Työn ohjaaja : Insinööri Paavo Kallionpää

Tässä työssä on selvitetty Kauhajoen kunnassa sijaitsevan Nummijärven tilaa, kunnostushankkeen teknistä toteutusta, taloudellisia tekijöitä ja hankkeen vaikutuksia järven tilaan. Lisäksi on esitetty keinoja, joilla valuma-alueelta tulevaa kuormitusta voidaan pienentää. Kunnostusmenetelminä ovat vedenpinnan nostaminen ja järven veden hapettaminen talvella.

Järven tilan kehitystä ja sen nykyistä tilaa on tarkasteltu vedenlaatuhavaintojen, kasvillisuuskartoitusten ja ainetaselaskelmien avulla. Tekniseksi toteuttamiseksi on määritelty vedenpinnan nostokorkeus, tarvittavat rakenteet ja maarakennustyöt. Järven vesimassan hapettamista on tutkittu talven 1983-84 kriittisen tilanteen pohjalta ja on selvitetty, mikä tilanne olisi ollut hapetettaessa. Vedenpinnan noston vaikutusta järven tulevaan tilaan on arvioitu tekojärvissä ja järven nostoissa yleisesti havaittujen kehityslinjojen avulla.

Veden laadun huononeminen, kasvillisuuden kasvustojen alojen kasvu sekä puhdasta vettä ilmentävien kasvilajien tiheyksien pienentyminen ja suuri levämassa osoittavat, että järvi on rehevöitynyt voimakkaasti viime vuosina. Ulkoisen kuormituksen kasvun lisäksi sedimentti on muuttunut ainetasetarkastelun mukaan järven sisäiseksi kuormituslähteeksi kiihdyttäen rehevöitymistä.

Hankkeen toteuttaminen on hyötyjen ja kustannusten perusteella kannattavaa. Tämä johtuu lähinnä tonttien arvonnoususta sekä tonttien ja peltojen kuivavaran lisääntymisestä.

Järven tila paranee nostamalla vedenpintaa ja hapettamalla. Lopullisesti järven tila paranee vain pienentämällä valuma-alueelta tulevaa kuormitusta.

Author and name of the thesis :

Pekka Brusila

Improvement of the usability of Nummijärvi lake
in the Kauhajoki rural district**Date :** 15.1.1985**Number of pages :** 110**Department :**

Civil Engineering

Professorship :Hydraulic and Water
Resources Engineering**Supervisor :** Professor Jussi Hooli**Instructor :** Engineer Paavo Kallionpää

This investigation clears up the condition of the lake Nummijärvi, the technical realization of restoration, the economical factors and the effects of restoration on the lake's condition. In addition to this, there have been presented procedures which reduce the load coming from the catchment area. The restoration methodes are: the raising of the water level and oxidation of the lake's water in the winter.

The development of the lake's condition and the present condition has been examined by observing the quality, by the vegetation mapping work and by calculations of the material balance. For the technical realization there has been determined the height of the water raising, the constructions and required works. There has also been examined the lake's water oxidation on the basis of the critical situation during winter 1983-84 and there has, too, been examined, what the situation would have been at oxidizing. The effects of the water raising on the lake's future condition was estimated on the basis of observations made in the man-made lakes and those in general of the lines of development of the raising water level in the lakes.

The worsened quality of water, the growing vegetation growth areas and the reduction of the density of growth among plant species which indicate the existence of clean water and the large mass of alga prove that the lake has during the last years strongly eutrophicated. In addition to the growth of the outside load the sediment, according to the calculations, has become the lake's inside load on the material balance accelerating the eutrophication.

The realization of the undertaking will be, considering the benefits and costs, profitable. This fact will primarily be a consequence of the rise in value of the sites and of the increase of drainage on the sites as well as on the field.

The condition of the lake will get better by raising the water level and by oxidation. Finally, the condition of the lake will get better only by reducing the incoming load from the watershed area.

L I I T E L U E T T E L O

- LIITE 1 (1 - 7). Nummijärven veden laatu eri havaintoasemilla vuosina 1967-84
- LIITE 2. Nummijärven kasvillisuuskartta kesä 1984
1 : 15 000
- LIITE 3 (1 - 16). Vedenkorkeuksien laskentaohjelma kahdelle perättäiselle altaalle
- LIITE 4 (1 - 3). Nummijärven vesitaseen alkuarvotiedosto
- LIITE 5 (1 - 19). Nummijärven luonnontilaiset ja suunnitellut vedenkorkeudet laskentajakson 1964-1982 aikana graafisesti
- LIITE 6. Nummijärven suunnitelmakartta: tehtävät rakenteet 1 : 15 000
- LIITE 7. Penkereiden (penger tontin takana) tyyppi-poikkileikkauksia 1 : 100 Nummijärven rannalla
- LIITE 8. Penger järven rannassa, tyyppipoikkileikkauksia 1 : 100 Nummijärven rannalla
- LIITE 9. Nummijoen suunnitelmakartta 1 : 4 000
- LIITE 10. Pohjapadon painokairaustulokset Nummijoella
1 : 100
- LIITE 11. Pumppaamot 1 - 3, leikkaukset \sim 1 : 100 Nummijärven kunnostuksessa
- LIITE 12. Alijohto 2, leikkaus \sim 1 : 100 Nummijärven kunnostuksessa
- LIITE 13 (1 - 6). Nummijärven rantamaiden maataloudelliset haittalaskelmat eri korkeusasemilla eri pohjapadoilla
- LIITE 14 (1 - 2). Voimataloushaitta eri pohjapadoilla Nummijärven kunnostuksessa
- LIITE 15 (1 - 8). Rakennuskustannukset Nummijärven kunnostuksessa

K U V A L U E T T E L O

- Kuva 1. Karvianjoen vesistöalue. Nummijärvi sijaitsee vesistöalueen latvaosassa. Sivu 3.
- Kuva 2. Nummijärven sijainti Karvianjoen vesistöalueen latvoilla Kauhajoen kunnassa. Sivu 4.
- Kuva 3. Nummijärven valuma-alue maankäyttömuotoineen. Sivu 5.
- Kuva 4. Ylimysjärven tilavuus- ja pinta-alakäyrä. Sivu 7.
- Kuva 5. Nummijärven tilavuus- ja pinta-alakäyrä. Sivu 7
- Kuva 6. Ylimysjärven luonnollinen purkautumiskäyrä. Sivu 8.
- Kuva 7. Nummijärven luonnollinen purkautumiskäyrä. Sivu 8.
- Kuva 8. Nummijärven havaitut vedenkorkeudet (1972-84). Sivu 9.
- Kuva 9. Nummijärvi kuvattuna ilmasta etelästä pohjoiseen elokuussa 1984. Sivu 11.
- Kuva 10. Nummijärven vesinäytteiden havaintoasemat. Sivu 13.
- Kuva 11. Nummijärven kasvillisuudesta syyskuussa 1984 otettujen valokuvien 12 - 15 kuvauspaikat (x) ja kuvaussuunnat. Sivu 19.
- Kuva 12. Järviruokokasvustoa Nummijärven länsirannalla eteläosassa Lapinniemenestä etelään päin. Kuvattu syyskuussa 1984. Sivu 20.
- Kuva 13. Järvikortekasvustoa Nummijärven länsirannalla Levärannan pohjoisosassa. Kuvattu syyskuussa 1984. Sivu 20.
- Kuva 14. Järvikortekasvustoa Nummijärven itärannalla eteläosassa. Kuvattu syyskuussa 1984. Sivu 21.
- Kuva 15. Järvikortekasvustoa Nummijärven itärannalla pohjoisosassa. Kuvattu syyskuussa 1984. Sivu 21.

- Kuva 16. Nuottaruohon koealueet (ympyrät 1 - 8) ja profiilitutkimuksen kasvillisuuslinjojen pituudet (linjan pituus suluissa) eri koealueilla Nummijärvellä kesällä 1984. Sivu 24.
- Kuva 17. Nummijärven valuma-alueen vedenhavaintoasemat ja turvetuotantoalueet. Sivu 30.
- Kuva 18. Hydixor-ilmastin ja sen toimintaperiaate. Sivu 47.
- Kuva 19. Nummijärven happipitoisuuden kehitys talvella 1983-84 järven pohjoispäässä (1,0 m - 2,5 m). Sivu 49.
- Kuva 20. Nummijärven happipitoisuuden teoreettinen kehitys talvella 1983-84 järven pohjoispäässä, jos järveä olisi hapetettu (1,0 m - 2,5 m). Sivu 50.
- Kuva 21. Purkautumiskertoimia eri ylisyoösytyksille. Sivu 59.
- Kuva 22. Alaveden vaikutus erimuotoisissa padoissa. Sivu 60.
- Kuva 23. Nummijärven luonnollinen purkautumiskäyrä ja eri pohjapatojen purkautumiskäyrät. Sivu 61.
- Kuva 24. Nummijärven vedenkorkeuden pysyvyyskäyrät eri vaihtoehtoisissa (1963-82). Sivu 62.
- Kuva 25. Nummijärven kesäaikaisen (kesä-elo) vedenkorkeuden pysyvyyskäyrät eri vaihtoehtoisissa (1963-82). Sivu 63.
- Kuva 26. Nummijärven menovirtaaman pysyvyyskäyrät eri vaihtoehtoisissa (1963-82). Sivu 65.
- Kuva 27. Yleispiirros Nummijärven kunnostushankkeen toteuttamiseksi tarvittavista rakenteista ja maarakennustoista. Sivu 68.
- Kuva 28. Pohjapadon 1 ja pohjapadon 2 paikka Nummijärvessä. Sivu 74.
- Kuva 29. Pohjapatovaihtoehdon 1 ja pohjapatovaihtoehdon 2 poikkileikkaukset Nummijärven kunnostuksessa. Sivu 75.

Kuva 30. Karvianjoen vesistön voimalaitokset. Sivu 91.

Kuva 31. Nummijärven virkistyskäyttöarvon kasvun vaikutus
alueella sijaitsevien tonttien hintoihin. Sivu 95.

T A U L U K K O L U E T T E L O

- Taulukko 1. Nummijärven vesistöalueen maastotyyppijakauma.
Sivu 10.
- Taulukko 2. Järviruoko- tai järvikortekasvuston leveyksiä eri puolilla Nummijärveä vuosina 1976 ja 1984.
Sivu 23.
- Taulukko 3. Nuottaruohon yksilötiheyksiä Nummijärven eri koealueilla vuosina 1978, 1981, 1982 ja 1984.
Sivu 25.
- Taulukko 4. Nummijärven valuma-alueen havaintoasemien kiinto-ainepitoisuus, virtaama (syys-lokakuu) ja keskimääräinen ainevirtaama vuorokaudessa uoman poikileikkauksen läpi. Sivun 31.
- Taulukko 5. Huuhtoumat maaalueilta Nummijärveen (kg) 1976-1982. Sivun 35.
- Taulukko 6. Nummijärven luusuan kautta poistuvat ravinteet (kg) 1976-82. Sivun 37.
- Taulukko 7. Nummijärveen tullut kuormitus ja sen jakautuminen eri kuormittajien kesken, poistuneet ravinnemäärät ja sedimentoituneet ravinnemäärät vuosina 1976-82. Sivun 38.
- Taulukko 8. Nummijärven ravinnevarastoon jäänyt osuus kuormituksesta ja sedimentaation osuus tulevasta ravinnemäärästä vuosina 1976-82. Sivun 39.
- Taulukko 9. Nummijärven, Pahkaojan ja Kuikkisenojan ominaisuuksia kuvaavia tietoja. Sivun 53.
- Taulukko 10. Nummijärven läheisyydessä sijaitsevien sadeasemien karttakoordinaatit ja laskentajakson aikana (1963-1982) saatavissa olevat päivittäiset sadehavainnot. Sivun 54.

- Taulukko 11. Sadannan ja haihdunnan korjauskertoimet Nummijärven nettohaihduntaa laskettaessa eri kuukausina. Sivu 54.
- Taulukko 12. Nummijärven suurin ylivirtaama, keskiylivirtaama luonnontilassa ja eri patovaihtoehtoisissa sekä ylivirtaamien muutokset (1963-82). Sivu 64.
- Taulukko 13. Nummijärven vedenkorkeuden ja virtaaman vuosittaiset keski- ja ääriarvot nykyisessä ja tulevassa tilanteessa (1964-82). Sivu 66.
- Taulukko 14. Nummijärven kunnostussuunnitelman maataloudelliset haitat jaksoittain eri korkeusasemilla ja vuosihaitat sekä peltopinta-aloilla kerrotut kokonaishaitat eri pohjapatovaihtoehtoisilla. Sivu 86.
- Taulukko 15. Karvianjoen vesistön voimalaitosten rakennusvirtaamat, rakennusaste, putoukorkuus ja keskimääräinen vuosituotanto. Sivu 92.
- Taulukko 16. Metsätaloudelle pengertämisestä tuleva hyöty eri vaihtoehtoisissa veroluokittain Nummijärven kunnostushankkeessa. Sivu 100.
- Taulukko 17. Nummijärven kunnostussuunnitelman maataloudelliset hyödyt kesäjaksolla eri korkeusasemilla sekä peltopinta-aloilla kerrotut kokonaishyödyt eri pohjapatovaihtoehtoisilla. Sivu 101.
- Taulukko 18. Rakentamisen kokonaiskustannukset eri vaihtoehtoisissa Nummijärven kunnostushankkeessa. Sivu 103.
- Taulukko 19. Nummijärven kunnostushankkeen kokonaiskustannukset ja hyödyt sekä hyöty-kustannussuhde eri vaihtoehtoisissa. Sivu 105.

1. J O H D A N T O

Kuluvalle vuosisadalle ja varsinkin sen kahden viimeisen vuosikymmenen aikana tapahtuneet kaupungistuminen, elinkeinoelämän monipuolistuminen, teollisuustuotannon nopea kasvu sekä maatalouden voimaperäistyminen ovat huonontaneet elinympäristön laatua. Nykyisin ymmärretään yhä paremmin vesiensuojelutoimenpiteiden merkitys elinympäristön laadun säilyttämisessä ja parantamisessa.

Vesiensuojelun suunnittelusta ja valvonnasta huolehtii vesihallitus. Se on periaateohjelmassaan jakanut vesiensuojelutoimenpiteet kuormituksen pienentämiseen tähtääviin ja itse vesistössä tapahtuviin toimenpiteisiin. Periaateohjelman mukaisesti päähuomio on suunnattu 1970-luvulla ja 1980-luvun alussa kuormitusta pienentäviin toimenpiteisiin ja 1980-luvun puolivälin jälkeen varsinaisiin vesistön kunnostamistoimenpiteisiin.

Kauhajoen kunnassa sijaitsevan Nummijärven käyttökelpoisuuden parantamisesta ovat tehneet aloitteen rannanomistajat, erityisesti huvilanomistajat, jo vuonna 1970. Kauhajoen kunta teki Vaasan vesipiirin vesitoimistolle järven kunnostamista koskevan hakemuksen vuonna 1972. Siinä esitettiin, että kunnostamisella tuli parantaa järven virkistyskäyttömahdollisuuksia nostamalla veden korkeutta. Järven kunnostamisen tarve on korostunut viime vuosina, koska erityisesti veden laadussa on tapahtunut melko suuria muutoksia.

Nummijärven kunnostushankkeen tavoitteena on järven virkistyskäyttömahdollisuuksien - uinnin, kalastuksen ja veneilyn - lisääminen ja veden laadun parantaminen. Maisema-arvon parantamista voidaan myös pitää tavoitteena.

Tässä työssä esitetään Nummijärven kunnostamisen toteuttamisessa tarvittavat tekniset toimenpiteet, arvio toteuttamiskustannuksista, hankkeesta mahdollisesti aiheutuvat haitat ja siitä koituva hyöty sekä arvio järven tilasta kunnostus-

hankkeen toteuttamisen jälkeen. Lisäksi esitetään keinoja, joilla järveen valuma-alueelta tulevaa kuormitusta voidaan vähentää. Tämän työn pohjalta voidaan edetä yksityiskohtaisen suunnittelun tasolle.

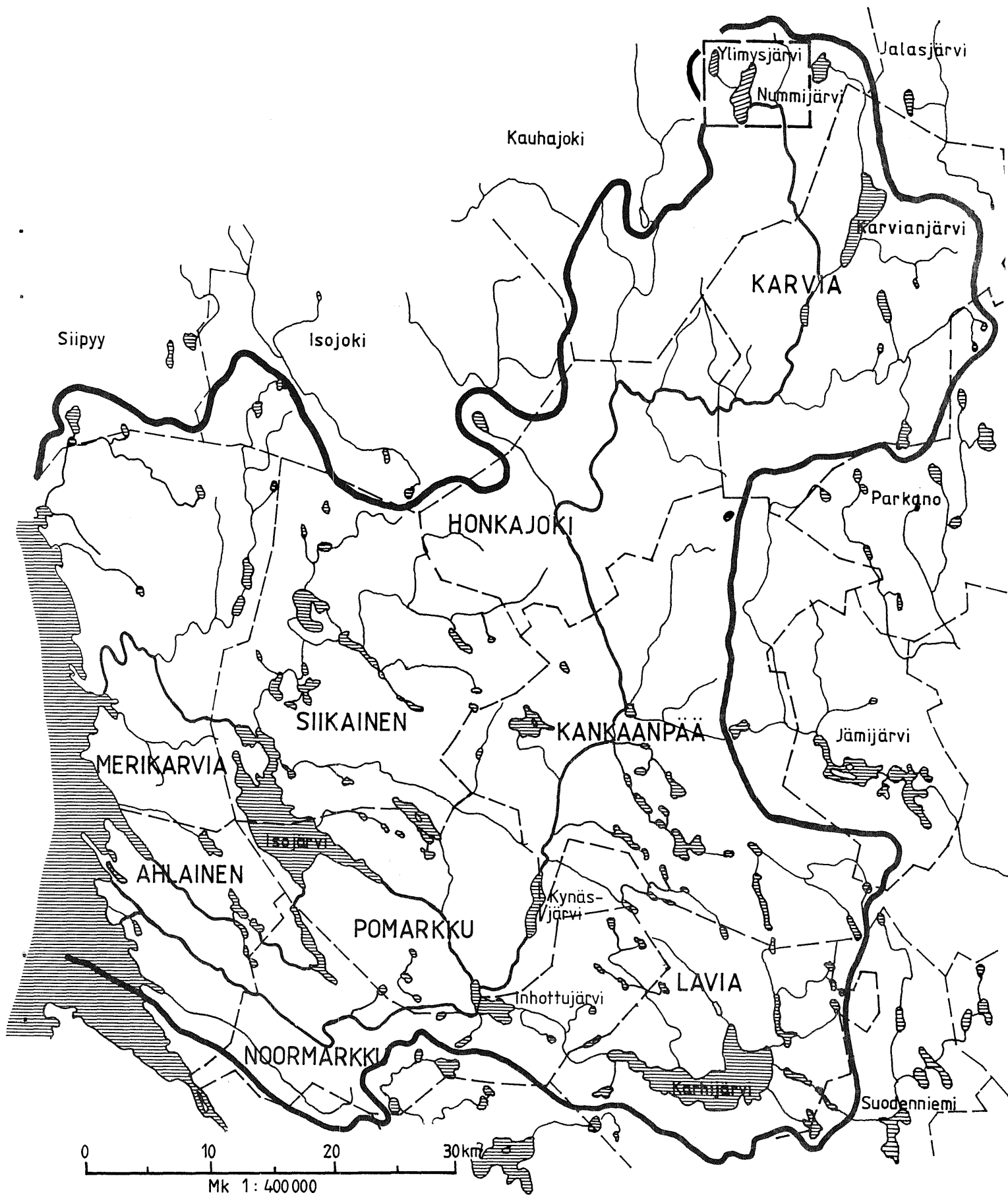
2. NUMMIJÄRVI YMPÄRISTÖINEEN

2.1 SIJAINTI JA VESISTÖALUEEN HYDROLOGIA

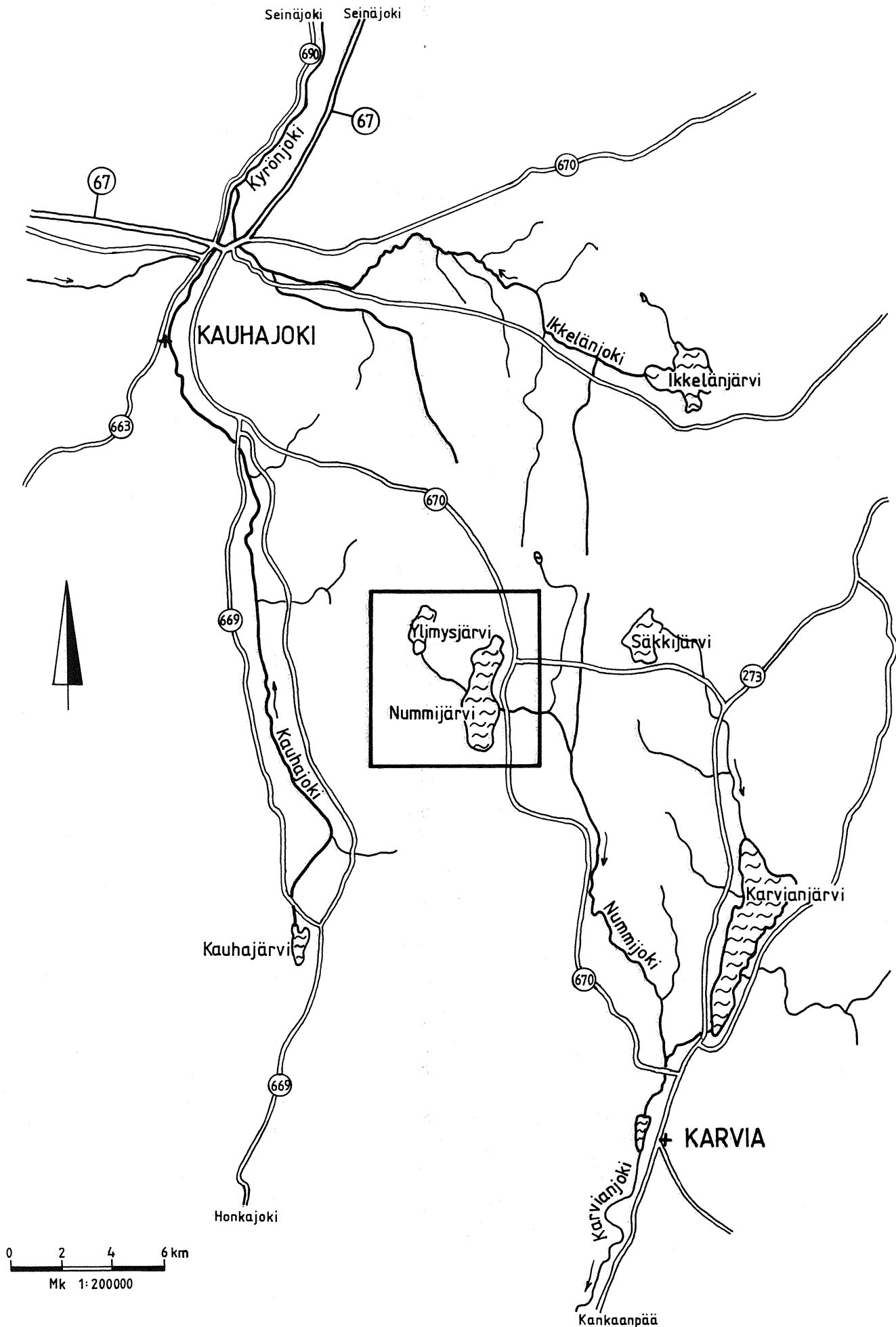
Nummijärvi ja siihen laskeva Ylimysjärvi kuuluvat Karvianjoen vesistöalueen latvaosiin (kuva 1). Nummijärvi sijaitsee Kauhajoen kunnan keskustasta lounaaseen, ja sinne on matkaa maantietä pitkin keskustasta 25 km. Järven eteläpäästä on Karvian taajaman keskusta 23 km (kuva 2).

Ylimysjärvi purkaa vetensä Ylimysluomaa pitkin länsipuolelle järveen. Nummijärven länsipuolelle laskee myös Lapinluoma. Etelästä järveen laskee Juurakko-oja ja pohjoisesta metsäoja (kuva 3). Lisäksi järveen laskee muita pieniä oja sen eri puolilta.

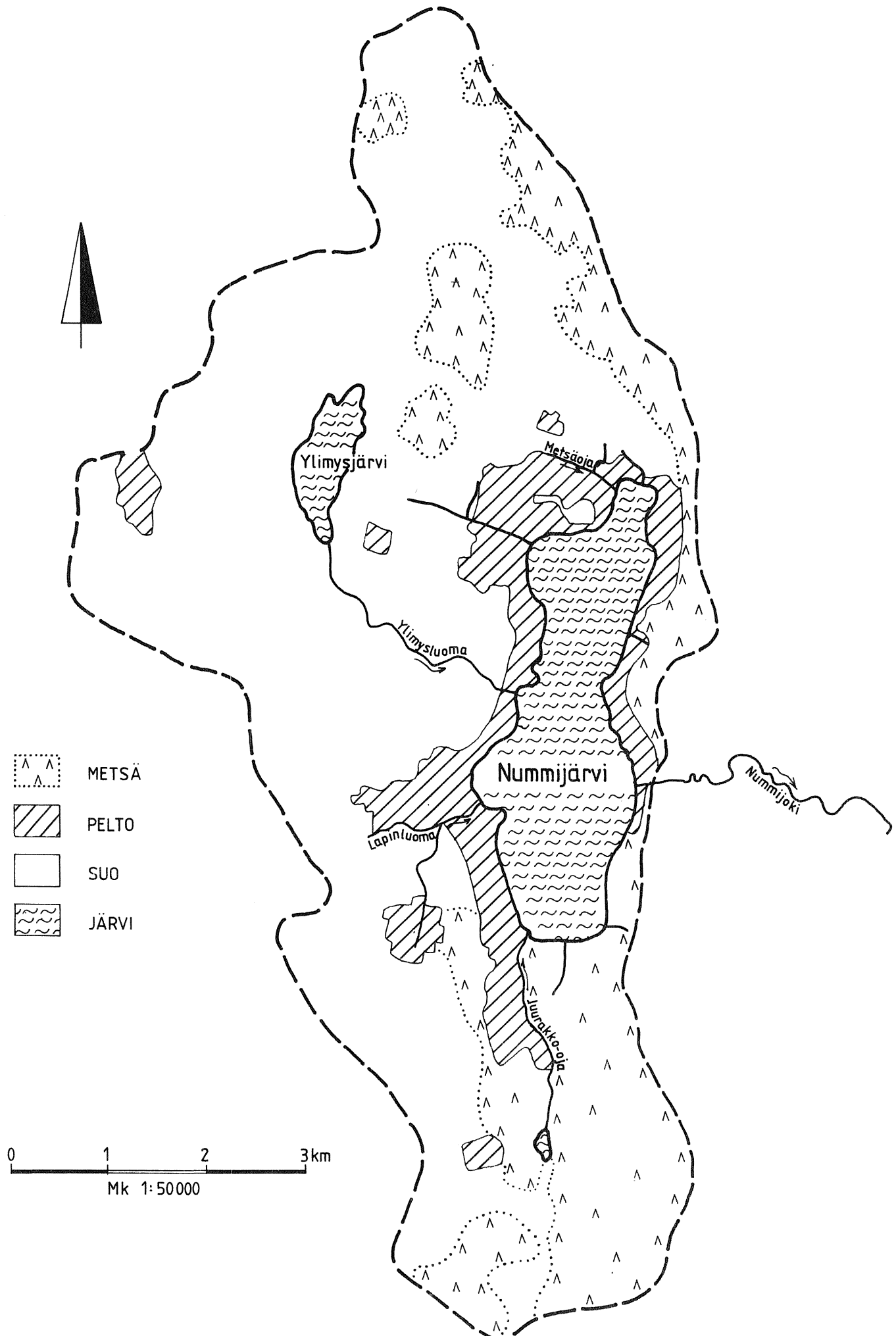
Nummijärvestä alkava Nummijoki laskee Karvianjokeen Karvian keskustan pohjoispuolella. Karvianjoki alkaa vesistöalueen pohjoisosasta Karvianjärvestä. Kantinkoskessa joki puhkaisee Hämeenkankaan - Pohjankankaan harjujakson. Noin 100 km:n pituisen yhtenäisen juoksun päätteeksi joki laskee Kynäsjärven lävitse Inhottujärveen, joka on reitin keskusjärvi. Inhottujärvi purkautuu kahtaalle. Pohjoisempi haara, Pomarkunjoki, laskee Isojärveen. Noormarkunjoki eli Eteläjoki laskee suoraan Selkämereen. Myös Isojärvellä on kaksi laskujokea. Pääuoma, Merikarvianjoki, laskee Isojärven pohjoiskärjestä ja Pohjajoki eteläkärjestä Selkämereen (kuva 1).



Kuva 1. Karvianjoen vesistöalue. Nummijärvi sijaitsee vesistöalueen latvaosassa.



Kuva 2. Nummijärven sijainti Karvianjoen vesistöalueen latvoilla Kauhajoen kunnassa.



Kuva 3. Nummijärven valuma-alue maankäyttömuotoineen.

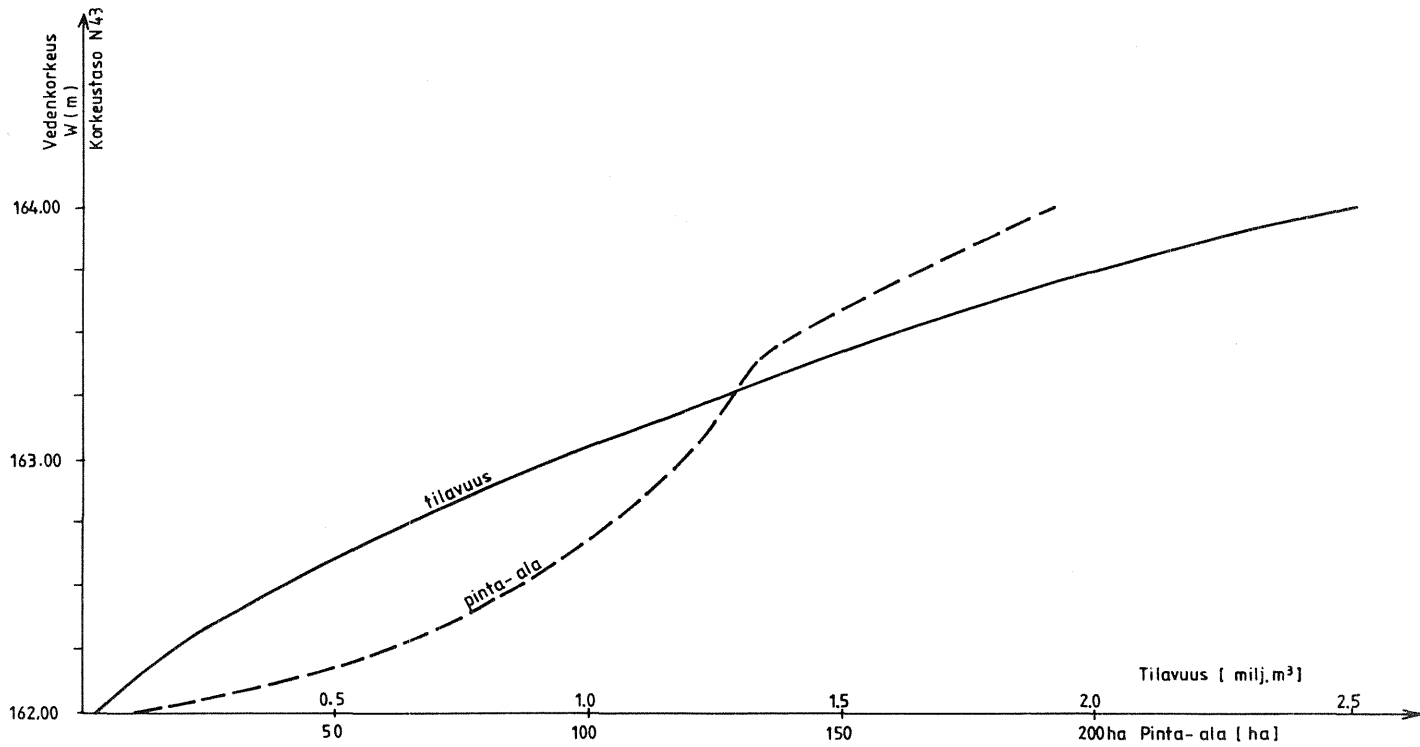
Koko vesistöalueen, Nummi- ja Ylimysjärven ja Nummijoen valuma-alueen pinta-ala ja järvisyys ovat seuraavat:

Valuma-alue	F (km ²)	Järvisyys (%)
Koko vesistöalue	3 385	5,7
Nummijärvi	48	12
Ylimysjärvi	14	6
Nummijoki, luusua	154	-

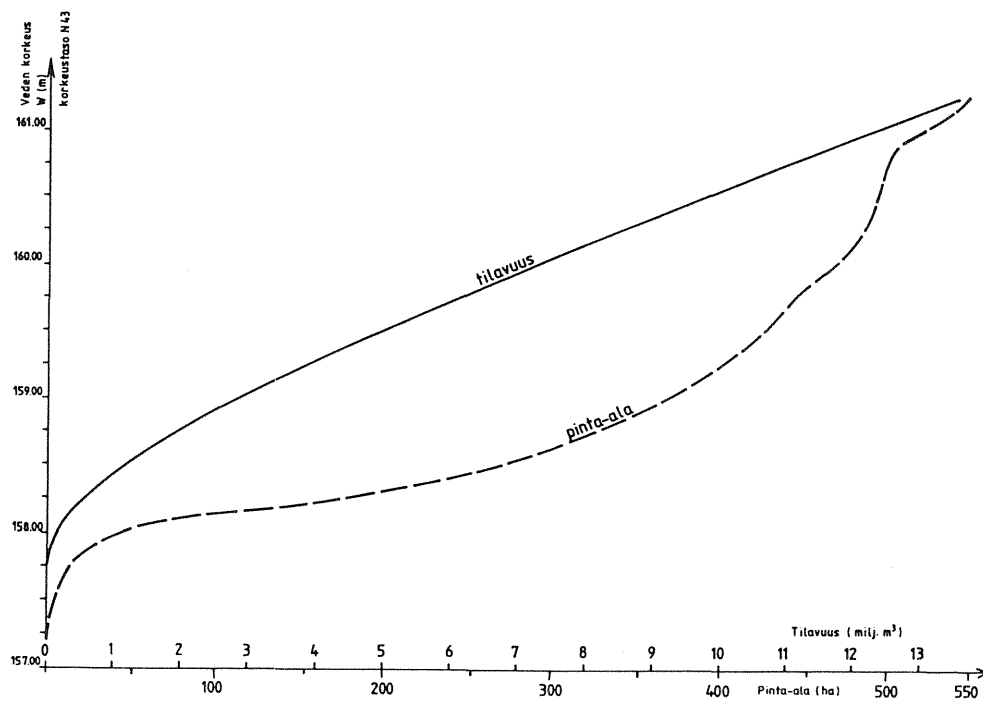
Nummijärven pinta-ala keskivedenkorkeudella $N_{43} + 160,30$ on $4,88 \text{ km}^2$ ja Ylimysjärven keskivedenkorkeudella $N_{43} + 162,40$ $0,76 \text{ km}^2$. Ylimysjärvi on tasapohjainen, ja sen keskisyvyys on noin 1 m. Nummijärven keskisyvyys on 1,8 m. Suurin syvyys 3,4 m on pienellä alueella järven pohjoisosassa. Rantaviivaa Nummijärvessä on 13,2 km. Ylimysjärven tilavuus on $0,35 \text{ milj. m}^3$ ja Nummijärven $8,65 \text{ milj. m}^3$ keskivedenkorkeudella.

Järvien pinta-alakäyrät (kuvat 4 ja 5) on tehty 1970-luvulla mitattujen pinta-alojen ja vaaittujen korkeuksien perusteella. Molempien järvien tilavuuskäyrät (kuvat 4 ja 5) on laskettu pinta-alakäyristä.

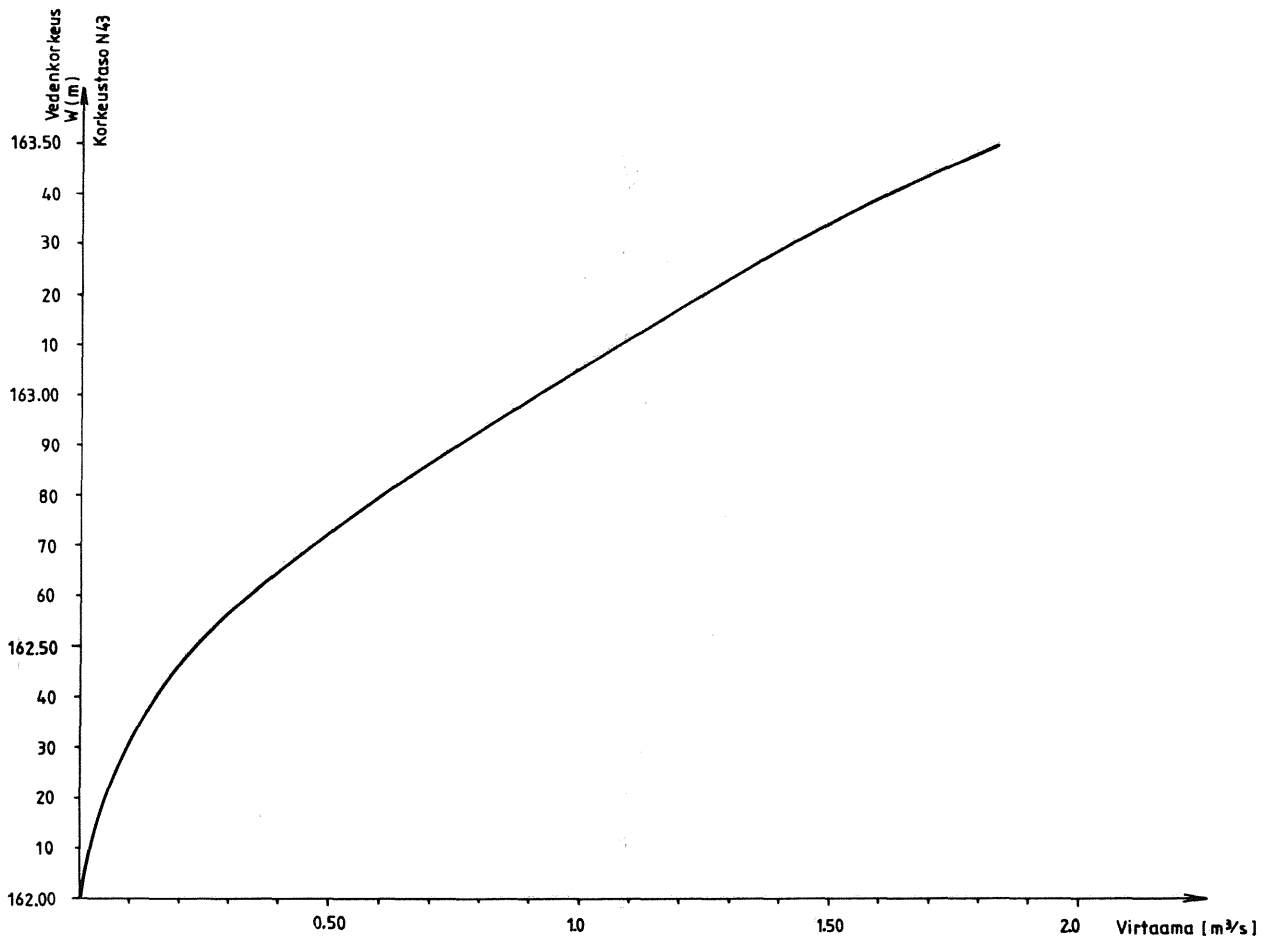
Nummijärven purkautumiskäyrä (kuva 7) on laadittu vuosina 1957-1983 tehtyjen virtaamamittausten perusteella. Mittauksia oli yhteensä 12 kappaletta. Ylimysjärven purkautumiskäyrän laskenta on esitetty kohdassa 6.2. Purkautumiskäyrä on kuvassa 6.



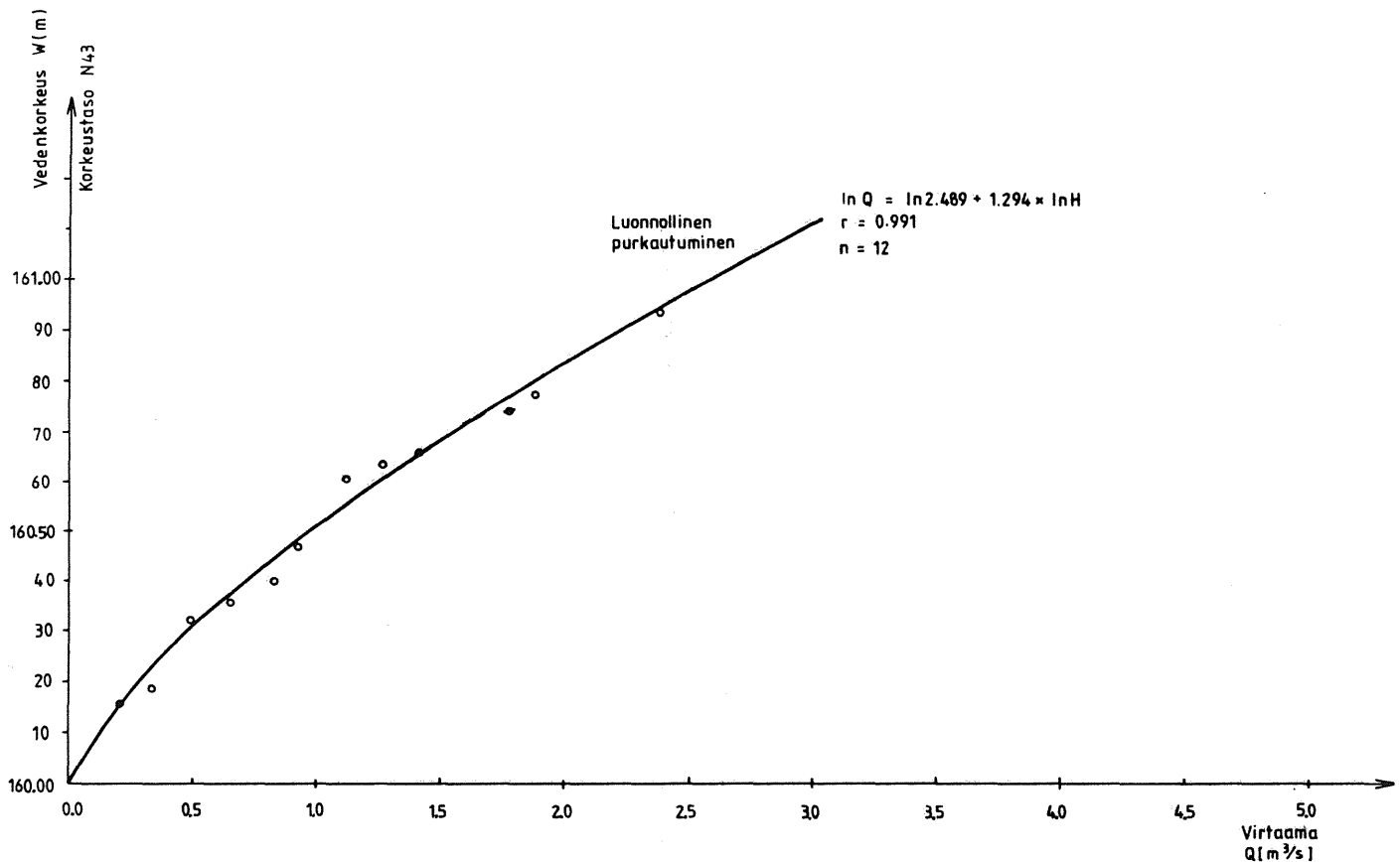
Kuva 4. Ylimysjärven tilavuus- ja pinta-alakäyrä.



Kuva 5. Nummijärven tilavuus- ja pinta-alakäyrä.



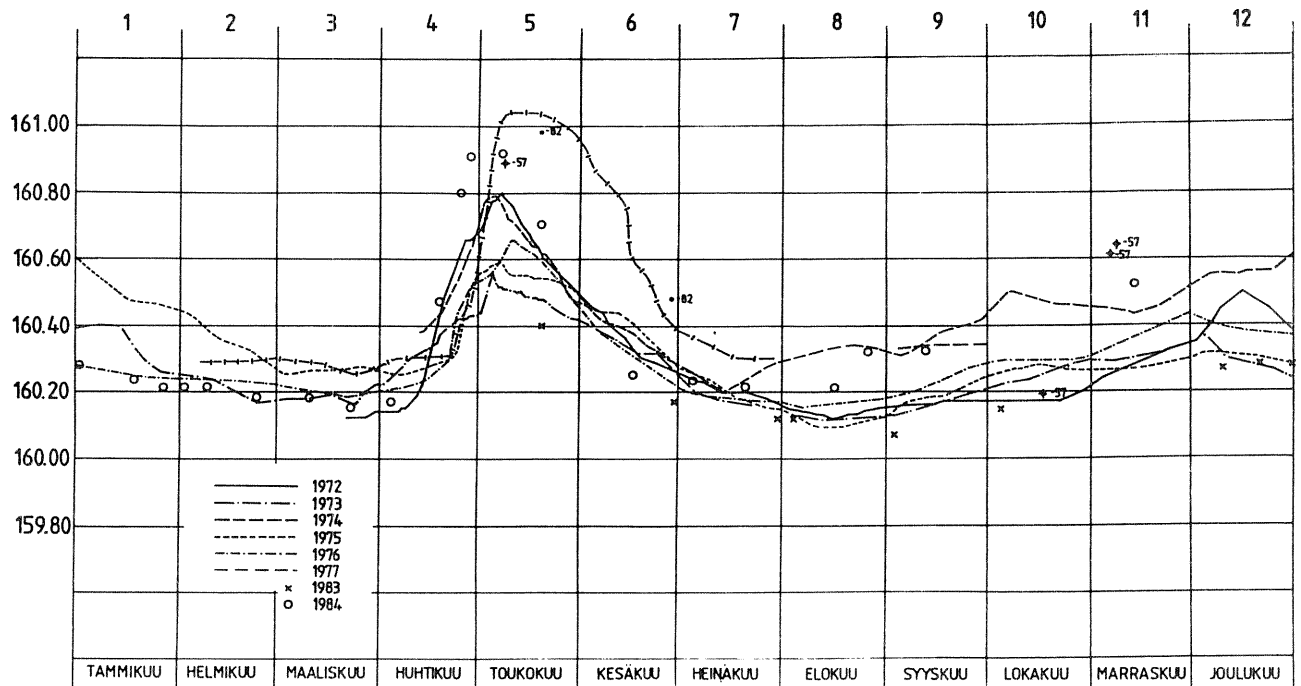
Kuva 6. Ylimysjärven luonnollinen purkautumiskäyrä.



Kuva 7. Nummijärven luonnollinen purkautumiskäyrä.

2.2 VEDENKORKEUSHAVAINNOT JA VIRTAAAMAMITTAUKSET

Nummijärvestä on päivittäisiä vedenkorkeushavaintoja (kuva 8) vuosilta 1973 ja 1975-76 koko vuoden ajalta. Lisäksi on vuosilta 1972, 1974 ja 1977 päivittäisiä havaintoja ainakin tulvajakson ajalta.



Kuva 8. Nummijärven havaitut vedenkorkeudet (1972-84).

Vedenkorkeus vaihteli 1972-84 välillä $N_{43} + 160,07 \dots + 161,04$ m eli 97 cm. Luvut ovat jakson aikana kesän alin ja vuoden ylin, tulva-aikainen, vedenkorkeus. Havaittujen vedenkorkeuksien keski- ja ääriarvot ovat seuraavat:

Havaintojakso	HW (m)	MHW (m)	MW (m)	MNW (m)	NW (m)
1972-1984	161,04	160,70	160,30	160,20	160,07

Nummijoessa on vuosina 1958-59, 1969-70 ja vuonna 1972 tehtyjen virtaamamittausten perusteella saatu seuraavat virtaama-arvot:

$$\begin{aligned}
 HQ &= 3,1 \text{ m}^3/\text{s} \\
 MHQ &= 2,0 \text{ "} \\
 MQ &= 0,4 \text{ "} \\
 NQ &= 0,1 \text{ "}
 \end{aligned}$$

2.3 MAASTOTYYPPIJAKAUMA

Valuma-alueen maastotyyppijakauma on mitattu peruskartalta 1 : 20 000. Eri maastotyyppien osuudet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Nummijärven vesistöalueen maastotyyppijakauma.

Maastotyyppi	Pinta-ala (km ²)	Prosentuaalinen osuus (%)
Suo	29,4	61,1
Metsä	9,1	18,9
Pelto	3,9	8,1
Järvi	5,7	11,9
Summa	48,1	100,0

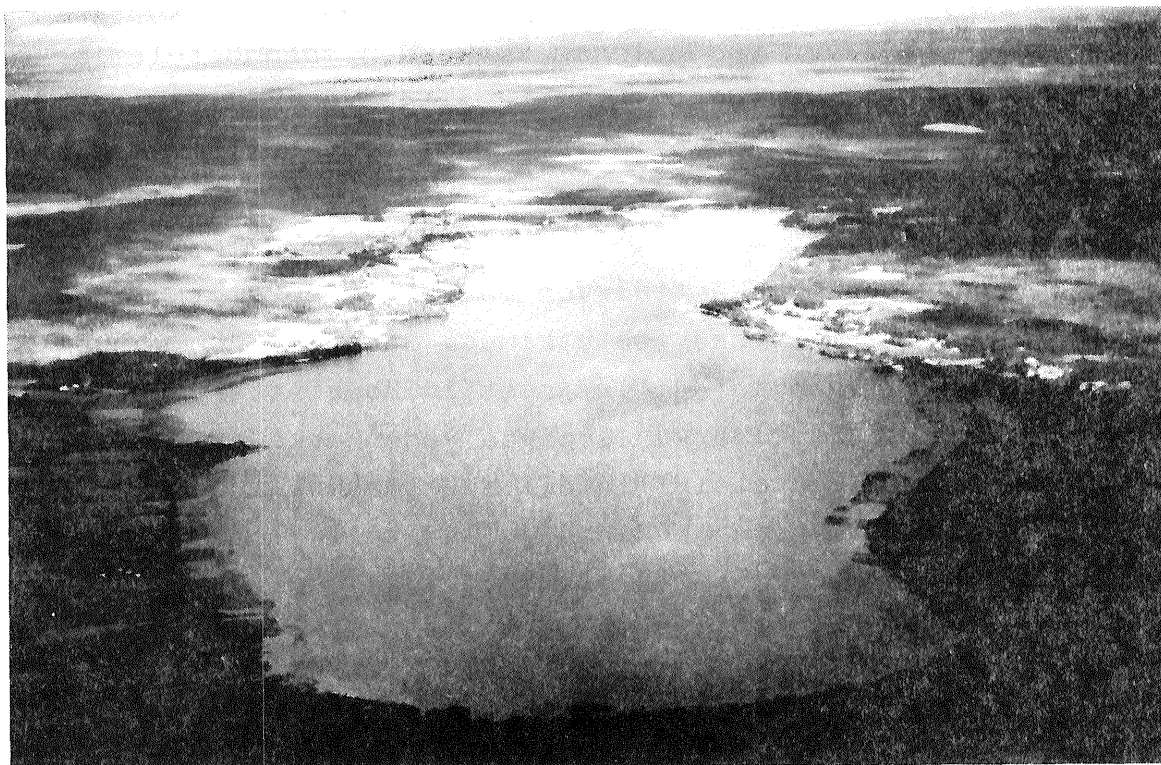
2.4 MAAPERÄ

Nummijärven lännen puoleisella rannalla on Vaasan vesipiirin vesitoimisto tehnyt tasoon + 162,00 (N₄₃-korkeustaso) saakka maaperäkartoituksen. Havaintopisteitä oli kaikkiaan 128 kappaletta.

Maaperäkartoituksen mukaan rantamaiden keskimääräinen turvekerroksen paksuus on 0,6 m. Tämän kerroksen alla on silttiä. Suurin turvekerroksen paksuus 2,0 m on länsirannan puolella keski- ja pohjoisosassa. Ohuin turvekerros on eteläosassa 0,2 - 0,8 m.

2.5 RANTAMAAT

Nummijärven ranta-alueella on viljelysmaita noin 400 ha. Suurin osa viljelysmaista sijaitsee järven länsipuolella, eikä niitä ole salaojitettu. Viljelysmaat eivät yleensä ulotu aivan rantaviivaan, vaan niiden väliin jää kapea viheralue. Matalimmat pellot sijaitsevat länsirannan (kuva 9) eteläosassa ja ne alkavat tasosta N₄₃ + 160,70.



Kuva 9. Nummijärvi kuvattuna ilmasta etelästä pohjoiseen elokuussa 1984. Matalimmat pellot sijaitsevat järven länsipuolella etelä- ja pohjoisosassa.

Metsämaat ovat suurimmaksi osaksi kankaita, jotka sijaitsevat viljelysmaiden välissä ulottuen kapeina vyöhykkeinä rantaan saakka. Rannassa kasvaa havupuiden sijasta lehtipuulajeja - pääasiassa leppää ja pajua. Varsinaisesti soistunutta aluetta ei ole välittömästi rantaviivan tuntumassa.

2.6 SUUNNITTELUN AIKAISEMMAT VAIHEET

Vaasan maanviljelysinööripiirissä laadittiin vuonna 1956 Ylimysjärven kuivatussuunnitelma sekä saman hankkeen yhteydessä selvitettiin myös mahdollisuuksia kuivattaa Nummijärven länsirannan matalia viljelysmaita. Hanketta ei kuitenkaan toteutettu.

Nummijärven vedenpinnan korkeudesta on ollut kiistaa 1930-luvulta lähtien paikallisten maanomistajien ja huvilanomistajien välillä. Keväällä 1970 pidettiin yleinen kokous, jossa

päätettiin, että Vaasan maanviljelysinsinöörpiiri laatisi suunnitelman järven vedenpinnan korkeuden säännöstelemiseksi kaikkia käyttäjiä tyydyttävällä tavalla. Vuonna 1972 Kauhajoen kunta teki Vaasan vesipiirin vesitoimistolle hakemuksen järven kunnostamiseksi.

Nummijärven virkistyskäyttöarvon määrittämiseksi tehtiin kesällä 1973 virkistyskäyttötutkimus. Ranta-alueen maanomistajille ja huvilanomistajille jaettiin haastattelulomake, jossa kysyttiin Nummijärven sopivaa vedenkorkeutta. Asiasta kiinnostuneilla kuntalaisilla oli myös mahdollisuus vastata kyselyyn paikallisessa lehdessä julkaistulla lomakkeella. Tutkimuksen mukaan kannatti yli 80 % kyselyyn vastanneista kesävedenpinnan nostamista 10 - 100 cm:llä.

Vaasan vesipiiri esitteli alustavan kunnostamissuunnitelman vuonna 1974 Kauhajoen kunnanhallitukselle ja edelleen kunnanvaltuustolle. Suunnitelmaa ei kuitenkaan hyväksytty, koska eräät matalien ranta-alueiden omistajat vastustivat sen toteuttamista.

Loma-asutuksen kasvaessa voimakkaasti Nummijärvellä 1970-luvulla määräsi Vaasan lääninhallitus, että järvelle tarvitaan rantakaava. Rakentaminen ranta-alueille voi tapahtua vain rantakaavan avulla tai poikkeusluvin. Kauhajoen kunta laati 1974-76 Nummijärven rantojen yleissuunnitelman. Yleiskaava muutettiin myöhemmin rantayleiskaavaksi, jota ei kuitenkaan ole vielä hyväksytty Kauhajoen kunnanvaltuustossa.

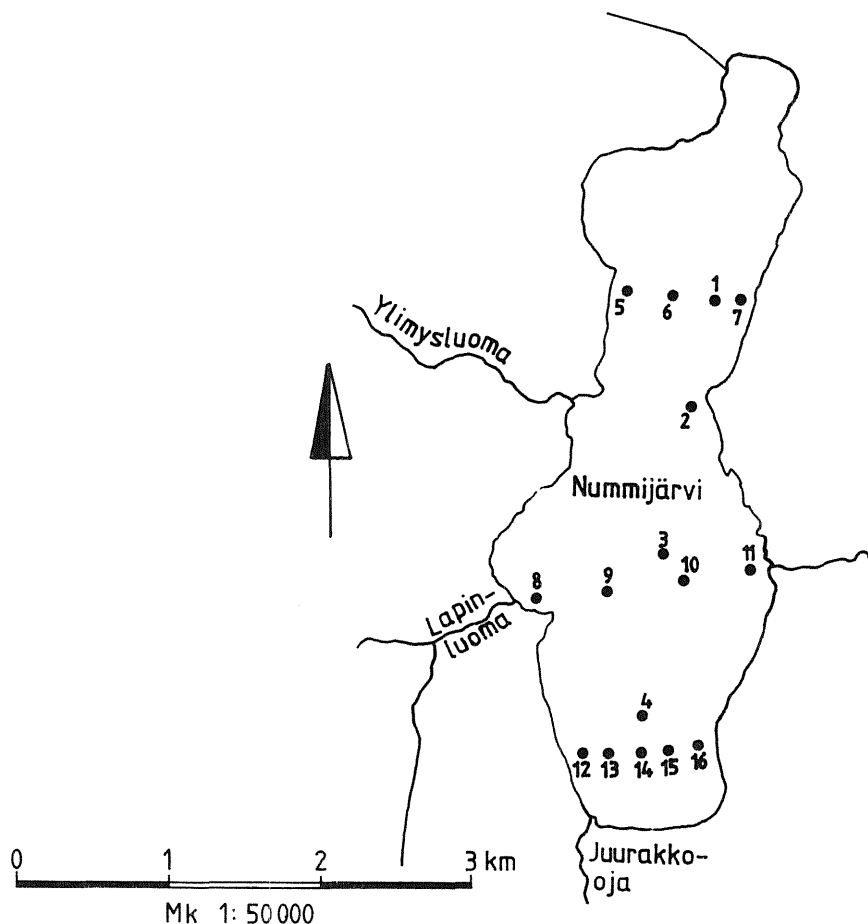
Hankkeen edistämiseksi perustettiin kesällä 1982 toimikunta, jossa olivat edustettuina asianomaiset rannanomistajat, vesilautakunta, vesipiiri ja VAPO. Nykyisin VAPO:n edustajaa ei ole ollut toimikunnan kokouksissa.

Nummijärven länsipuolella Levärannassa on rakennettu syksyllä 1982 yksityinen pengeri ja pumppaamo peltojen kuivattamiseksi tulvien aikana. Vedenpumppaukseen käytetään pientä jätevesipumppua.

3. NUMMIJÄRVEN TILA JA SEN MUUTTUMINEN

3.1 VEDENLAATU

Nummijärven vedenlaatua on tarkkailtu vuodesta 1967 lähtien. Tehtyjen vesianalyysien tulokset on koottu liitteeseen 1. Järven vedenlaatuaineisto on puutteellinen ja hajanainen varsinkin 1970-luvun puoliväliin asti. Vuodesta 1977 lähtien näytteitä on otettu 3 - 5 kertaa vuodessa havaintopaikoista 1 ja 4 (kuva 10). Lisäksi talvella 1983 ja 1984 on vesinäytteitä myös otettu havaintoasemilta 5 - 16 (kuva 10).



Kuva 10. Nummijärven vesinäytteiden havaintoasemat.

Vesinäytteiden ottopaikat 1 ja 2 (kuva 10) ovat Nummijärven syvänteissä. Suurin vesisyvyys näillä alueilla on 3,0 m - 3,3 m keskiveden korkeudella $N_{43} + 160,27$. Havaintoasemien 3, 4, 6, 9 ja 10 vesisyvyys on 2,0 m - 2,3 m. Järven tasapohjaisessa eteläosassa sijaitsevien havaintoasemien 12 - 16 (kuva 10) vesisyvyys on 1,5 m - 1,8 m. Näytteiden ottopaikat 5, 7, 8 ja 11 ovat rantavyöhykkeessä, jossa vesisyvyys vaihtelee 1,0 m - 1,5 m.

Vesianalyysitulosten mukaan on veden laatu avovesikautena pinnasta pohjaan samanlainen lähes koko järvessä. Talviaikana järven pohjoisosassa syvänteessä (piste 1, kuva 10) veden laatu poikkeaa melko selvästi muiden havaintoasemien veden laadusta.

Nummijärven luonteenomainen piirre on veden ruskea väri, mikä on tyypillistä yleensä Pohjanmaan vesille. Huomattava osa järven valuma-alueesta on suota, minkä vuoksi vesistöön huuhtoutuu humusta. Humus on tärkein veden väriä lisäävä tekijä. Veden väriarvoissa on tapahtunut kasvua 1970-luvun puolivälin jälkeen. Tähän ovat syynä alueella tehdyt turve- suo- ja metsäojitukset. Veden väriarvo on vaihdellut 40 - 430 mg Pt/l ja kaikkien havaintojen keskiarvo oli 112 mg Pt/l. Suurin väriarvo 430 mg Pt/l on ollut tammikuussa 1984 järven pohjoispäässä pisteessä 1 (kuva 10).

Järven veden pH on ollut jokseenkin vakio. Kaikkien havaintojen vaihteluväli on ollut 5,5 - 7,3. Keskimäärin pH on ollut noin 6,3. Happaminta järven vesi oli maaliskuussa 1983, pH oli 5,5. Kesäisin veden pH on ollut 6,2 - 7,0.

Kevättalven happipitoisuuksissa on tapahtunut selvä huononeminen 1970-luvulla. Taitekohta happitilanteen kehityksessä oli vuonna 1975. Talven 1984 näytteiden perusteella oli järven vesi pisteessä 1 (kuva 10) pohjan läheisyydessä olevassa vesikerroksessa hapeton jo tammikuussa, joten järven happitilanne on kriittillinen. Happitilanne on yleensä parantunut nopeasti keväällä tulvien aikana. Kesäajan happitilanne on hyvä järvesä. Hapen kyllästymisaste on ollut 85 - 103 %. Koska Nummijärvi

on matala, ei siihen synny termistä kerrostuneisuutta avovesikautena.

Orgaanisten aineiden määrää kuvaavan veden kemiallisen hapentarpeen arvot ovat olleet melko suuria. Varsinkin kahtena viimeisenä vuotena ne ovat olleet suuria talvella pohjan lähellä olevassa vesikerroksessa.

Typpi- ja fosforipitoisuuksien määrä vaihtelee voimakkaasti vuodenaikojen mukaan. Pitoisuudet ovat olleet yleensä hieman korkeammat pohjassa kuin pinnassa. Kokonaisfosforin määrissä on havaittavissa selvää nousua. Vuonna 1970 kokonaisfosfori oli sekä pinnassa että pohjassa 10 µg P/l. Vuodesta 1973 lähtien se on ollut välillä 16 - 83 µg P/l. Kokonaistypen määrä on ollut välillä 400 - 1 900 µg N/l.

Rauta- ja mangaanipitoisuudet ovat vaihdelleet pohjan lähellä olevassa vesikerroksessa happitilanteen mukaan. Rautaa ja mangaania liukenee veteen sedimentistä, kun happipitoisuus on alhainen pohjassa ja alusvedessä. Rautapitoisuuksien keskiarvo oli 1,1 mg/l.

3.2 KASVISTO

3.2.1 Makrofyttikasvillisuuden kartoitus

Nummijärven kasvillisuus ilmakuvaattiin n. 900 m:n korkeudelta elokuussa 1984. Kasvustojen laajuuksia tutkittiin syyskuussa paikan päällä samoin kuin järven kasvilajistoa.

Kenttätöiden ja ilmakuviin perusteella määritettiin kuvissa näkyvät kasvilajit sekä piirrettiin rantaviiva ja kasvustojen rajat 1 : 15 000 mittakaavaiseen karttaan (liite 2).

Ilmakuviin perusteella saadaan selville tavallisesti vain ilmaversoiset ja kelluslehtiset kasvit. Vedenpinnan alapuolisten kasvien kasvustojen laajuuksia on usein mahdotonta mitata koko järven alueelta. Nummijärven uposlehtiset ja

pohjalehtiset kasvit on kartoitettu kenttätutkimuksena myös viime kesänä. Tutkimus on tehty satunnaisotantana eri puolilta järveä nostamalla haravalla kasvusta pohjasta.

Nummijärven kasvillisuuskartoitukseen liittyi myös ns. profiilitutkimus, joka tehtiin heinäkuussa 1984. Sen tarkoituksena oli selvittää kasvustojen muutokset ja lajien jakautuma vesisyvyyden muuttuessa. Nummijärvellä tehtiin profiilitutkimus seitsemältä kohtisuoraan rantaan vedetyltä linjalta (kuva 16). Jokaiselta linjalta kirjattiin aina täysien metrien alusta 0,25 m²:n alalta kasvilajit puisella mittakehikolla 0,5 m · 0,5 m, ilmaversoisten ja kelluslehtisten osalta myös yksilömäärät. Uposlehtisten ja pohjalehtisten kasvien esiintymistä arvioitiin vain laskemalla, monessako ruudussa oli näitä lajeja veden ruskean värin ja leväkukinnan aiheuttaman sameuden vuoksi.

3.2.2 Kasvillisuuskartoituksen tulokset

Lajit on järjestetty Linkolan (16) elomuotoluokituksen mukaisiin ryhmiin.

Nummijärven makrofyyttikasvillisuus koostui kesällä 1984 seuraavista lajeista:

Uposlehtiset:

Potamogeton perfoliatus	ahvenvita
-------------------------	-----------

Upos- ja kelluslehtiset:

Callitriche spp.	vesitähti
------------------	-----------

Varsinaiset kelluslehtiset:

Sparganium friesii	siimapalpakko
Polygonum amphibium	vesitatar
Potamogeton natans	uistinvita
Nuphar lutea	ulpukka

Irtokellujat:

Lemna minor

pikkulimaska

Pohjalehtiset:

Isoëtes lacustris

tumma lahnaruoho

Isoëtes echinospora

vaalea lahnaruoho

Eleocharis acicularis

hapsiluikka

Ranunculus reptans

rantaleinikki

Subularia aquatica

äimäruoho

Elatine hydropiper

katkeravesirikko

Elatine triandra

kolmihedevesirikko

Lobelia dortmanna

nuottaruoho

Ilmalehtiset ruohot:

Sparganium emersum

rantapalpakko

Alisma plantago-aquatica

ratamosarpio

Iris pseudacorus

kurjenmiekka

Lysimachia thyrsiflora

terttualpi

Sparganium minimum

pikkupalpakko

Ruokokasvit:

Equisetum fluviatile

järvikorte

Eleocharis palustris

rantaluikka

Schoenoplectus scirpus

järvikaisla

Phragmites australis

järviruoko

Edellisten lisäksi järvellä tavattiin yleisenä seuraavia
vesisammalia:

Drepanocladus spp.

sirppisammal

Fontinalis spp.

näkinsammal

Fontinalis antipyretica

iso näkinsammal

Lähinnä ranta- ja/tai suokasveiksi luokiteltavia lajeja
oli seuraavia:

Carex rostrata	pullosara
Carex vesicaria	luhtasara
Carex aquatilis	vesisara
Poaceae	heinäkasvit (heimo)
Juncus filiformis	jouhivihvilä
Potentilla palustris	kurjenjalka

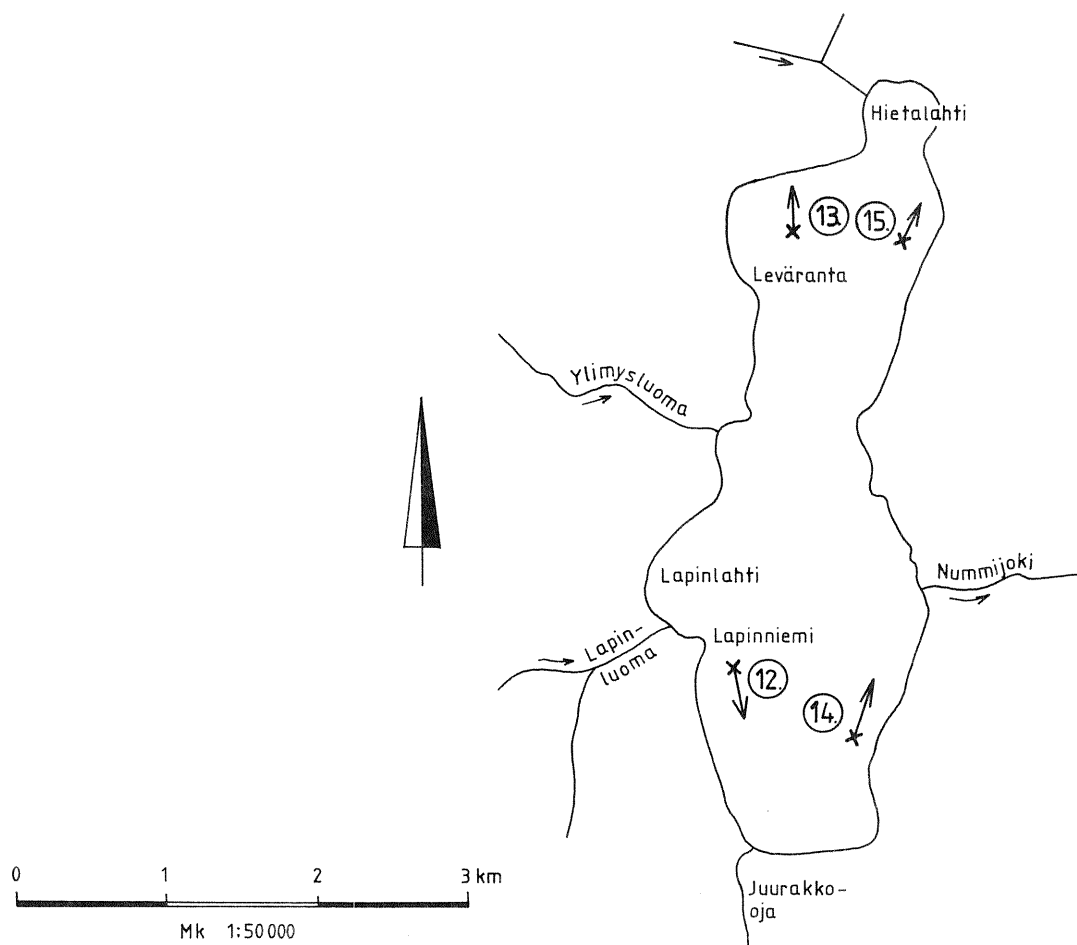
Nummijärven länsi- ja itärannan kasvillisuuden välillä ei ollut lajistollisesti suuria eroja. Eutrofiaa ilmentävistä lajeista oli katkeraa vesirikkoo pieniä määriä paikallisesti eri puolilla järveä ja pikkulimaskaa hyvin vähän pienellä alueella Levärannassa (paikan nimi kuvassa 11). Likaantuvan veden ilmentäjälajeista oli uistinvitaa ja rantapalpakkoa (12). Näiden esiintymät rajoittuivat järveen laskevien Ylimysluoman, Lapinluoman, Juurakko-ojan ja metsäojan edustoille. Mesotrofiaa ilmentävien lajien osuus oli 50 % kaikista kasvilajeista ja oligotrofiaa 28 % kaikista kasvilajeista.

Tyypillistä Nummijärven kasvillisuudelle ovat länsirannan lahtiin matalille rannoille kehittyvät laajat järviruokokasvustot varsinkin länsirannan etelä- ja keskiosaan (kuva 12). Pohjoisempana länsirantaa on järvikorte (kuva 13, liite 2) hallitsevampi. Levärannan lahdessa, jossa on hiekkapohjan päällä muta- ja liejukerros, järvikorte ulottuu paikoin jopa 150 - 200 m päähän rannasta. Kortteet ovat siellä haaraisia ja kasvustot tiheitä, mikä osoittaa sen, että pohjassa ja vedessä on melko runsaasti ravinteita. Levärannan lahden pohjoisosaa ja Hietalahden perukka ovat taas kuitenkin ruo'on valtaamia (liite 2), vaikka seassa saattaa olla yhtä paljon kortettakin. Järviruoko ei kestä voimakasta aallokkoa eikä muutakaan kulutusta, minkä huomaa kasvustojen sijainnissa sekä toisaalta venevalkamien jättämistä aukoista kasvustoihin.

Itärannalle on tyypillistä melko yhtenäiset ja paikoin yli 100 m leveät järvikortevyöhykkeet (liite 2, kuvat 14 ja 15). Rannassa on usein rantaluikkaa ja äimäruohoa, jotka molemmat suosivat mm. venevalkamia ja viihtyvät hyvin ympäristössä, jossa on vähän ravinteita (12). Vaikka kaikkia Nummijärvellä

tavattuja pohjalehtisiä kasveja oli sekä itä- että länsirannalla, esiintyivät ne yleisempänä ja runsaslukuisempaan itärannalla kuin länsirannalla. Eri lajeista esimerkiksi äimäruoho oli tyypillinen itärannan ja Hietalahden rannoilla. Edelleen oli runsaasti rantaluikkaa ja hapsiluikkaa, jotka ovat hyvin tavallisia suomalaisissa järvissä. Paikoitellen, ei kuitenkaan niin runsaslukuisena kuin em. lajit, tavattiin sekä vaaleaa että tummaa lahnaruohoa, jota oli Nummijoen edustalla runsaammin. Nuottaruohon ohella myös molemmat lahnaruoholajit ovat puhtaan veden ilmentäjälajeja (12).

Kuvaan 11 on merkitty Nummijärven kasvillisuudesta syyskuussa 1984 otettujen valokuvien 12 - 15 kuvaussuunnat ja kuvauspaikat. Kuvaussuunnat on merkitty kuvaan nuolilla ja kuvauspaikat risteillä.



Kuva 11. Nummijärven kasvillisuudesta syyskuussa 1984 otettujen valokuvien 12 - 15 kuvauspaikat (x) ja kuvaussuunnat.



Kuva 12. Järviruokokasvustoa Nummijärven länsirannalla eteläosassa Lapinniemestä etelään päin. Kuvattu syyskuussa 1984. Kuvauspaikka ja -suunta on esitetty kuvassa 11.



Kuva 13. Järvikortekasvustoa Nummijärven länsirannalla Levärannan pohjoisosassa. Kuvattu syyskuussa 1984. Kuvauspaikka ja -suunta on esitetty kuvassa 11.



Kuva 14. Järvikortekasvustoa Nummijärven itärannalla eteläosassa. Kuvattu syyskuussa 1984. Kuvauspaikka ja -suunta on esitetty kuvassa 11.



Kuva 15. Järvikortekasvustoa Nummijärven itärannalla pohjoisosassa. Kuvattu syyskuussa 1984. Kuvauspaikka ja -suunta on esitetty kuvassa 11.

Profiilitutkimuksen perusteella saatiin eräiden lajien yleisyydeksi seuraavat jakaumat:

Laji	% esiintymisestä koeruuduissa
järvikorte	38,3
järviruoko	30,4
rantaleinikki	24,7
hapsiluikka	24,0
iso näkinsammal	21,8
tumma lahnaruoho	21,0
sirppisammal	16,8
rantaluikka	13,3
äimäruoho	8,2
nuottaruoho	6,6

Ruutuja, joista tutkittiin sekä veden yläpuoliset että vedenalaiset kasvit, oli 254 kpl. Prosenttiluku, frekvenssi, ilmaisee, kuinka monessa ruudussa on todennäköisesti kyseistä lajia. Esimerkiksi nuottaruoho on harvinainen, koska sen frekvenssiprosentti on pieni. Vesisammaleet ovat Nummijärvessä tavallisia uposlehtisiä kasveja, melkein yhtä yleisiä kuin järvillemme tavalliset rantaleinikki ja hapsiluikka, jotka esiintyvät usein samoilla kasvupaikoilla.

3.2.3 Makrofyyttikasvillisuuden muuttuminen

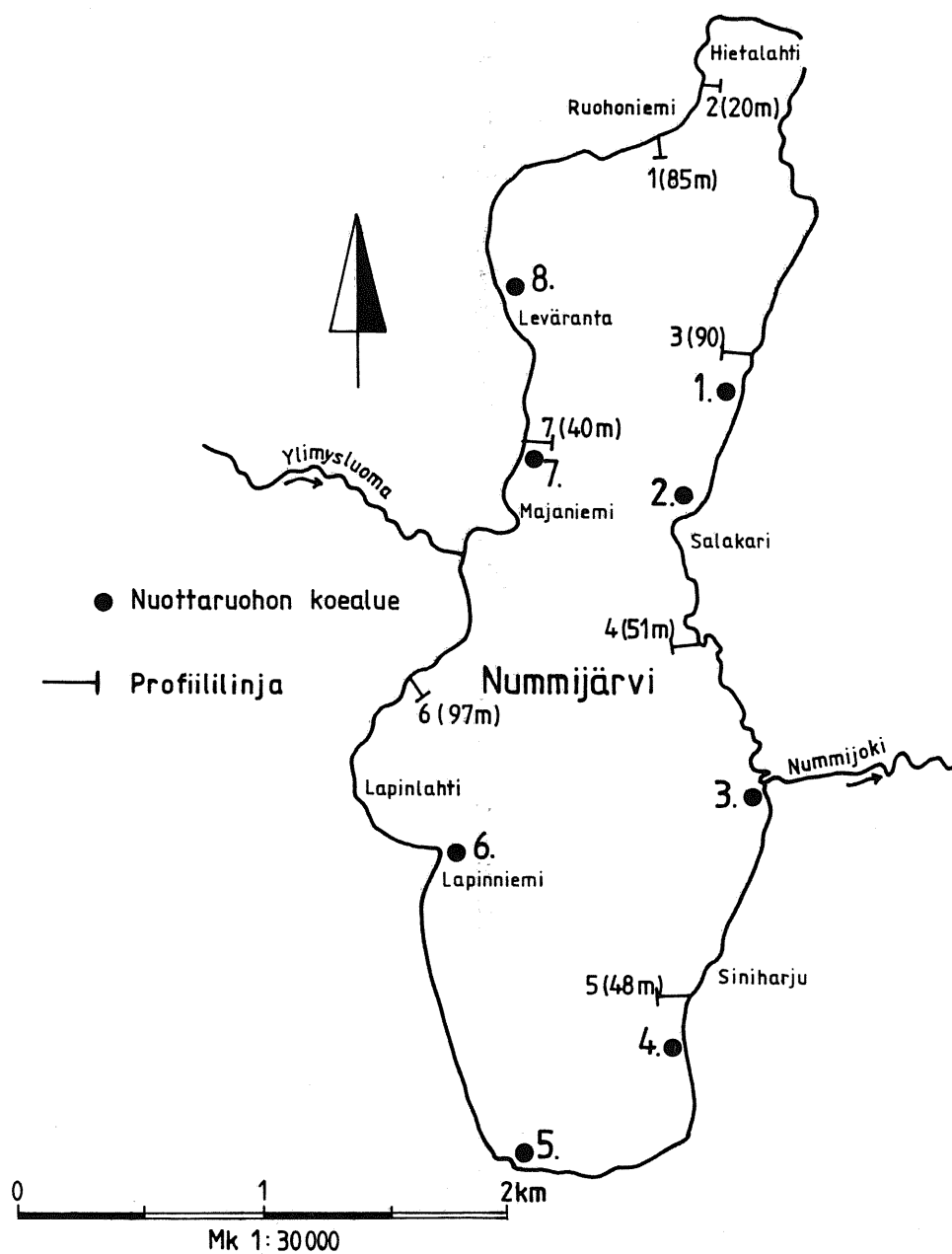
Suurimmat muutokset järven kasvillisuudessa verrattuna vuoden 1976 kartoitukseen ovat tapahtuneet länsirannan kasvustojen aloissa. Taulukossa 2 on esitetty järviruoko- tai järvikortekasvuston leveyksiä eri puolilla järveä vuosina 1976 ja 1984.

Taulukko 2. Järviruoko- tai järvikortekasvuston leveyksiä eri puolilla Nummijärveä vuosina 1976 ja 1984 (paikannimet kuva 16).

Paikka	Kasvusto	Kasvuston leveys rannasta (m)	
		1976	1984
Länsiranta:			
Ruohoniemi, eteläranta	järviruoko	90	110
Leväranta	järvikorte	150	175
Majaniemi	järviruoko	95	110
Ylimysluoman edusta	"	20	63
Lapinlahti	"	25	98
Eteläosa, länsiranta	"	25	60
Itäranta:			
Siniharju, etelä	järviruoko	40	40
Siniharju, pohjoinen	järvikorte	105	100
Nummijoen edusta	"	75	90
Salakari	järviruoko	75	70
Hietalahti	"	60	70

Nuottaruoho on monivuotinen pohjaruusukekasvi, joka kasvaa niukkaravinteisissa, kirkkaissa ja makeissa vesissä kovalla hiekkapohjalla. Se on puhtaan veden ilmentäjälaji (12).

Nuottaruohon kasvutiheyksiä mitattiin heinäkuussa 1984 samoilta koealueilta kuin aikaisempina vuosina (1978, 1981 ja 1982). Tutkitut koealueet sijaitsivat melko tasaisesti eri puolilla järveä (kuva 16). Nuottaruohon lukumäärät laskettiin 10:ltä 1 m²:n ruudulta, jotka oli valittu satunnaisesti koealueen sisältä. Taulukossa 3 on esitetty nuottaruohon yksilötiheyksiä eri koealueilla vuosina 1978, 1981, 1982 ja 1984.



Kuva 16. Nuottaruohon koealueet (ympyrät 1-8) ja profiilitutkimuksen kasvillisuuslinjojen pituudet (linjan pituus suluissa) eri koealueilla Nummijärvellä kesällä 1984.

Taulukko 3. Nuottaruohon yksilötiheyksiä Nummijärven eri koealueilla vuosina 1978, 1981, 1982 ja 1984. Koealueet 1, 2, 3 ja 4 ovat itärannalla ja 5, 6, 7 ja 8 länsirannalla (kuva 16).

Koealue	Vuosi			
	1978 (kpl)	1981 (kpl)	1982 (kpl)	1984 (kpl)
1	30	45	64	18
2	96	-	45	3
3	41	17	91	35
4	34	-	11	0,5
5	8	-	-	-
6	34	3	1	0,3
7	27	-	19	3
8	29	-	-	-

Nuottaruohon yksilötiheydet ovat selvästi vähentyneet varsinkin järven länsirannan koealueilla 6, 7 ja 8, mutta itärannankin koealueilla on tapahtunut vähentymistä erityisesti koealueilla 2 ja 4. Koealueilta 5 ja 8 on nuottaruoho hävinnyt kokonaan, mikä ainakin koealueella 8 johtuu hiekkapohjan täyttymisestä turveaineksella läheisen rantapenkereen rakentamisen vuoksi.

Järven länsirannalla on makrofyyttikasvillisuus laajentunut järvelle päin edellisestä kartoituksesta melko runsaasti. Nuottaruohon kasvutiheydet ovat myös pienentyneet. Nämä muutokset osoittavat, että Nummijärvi on rehevöitynyt viime vuosina, jos järven tilan muutosta tarkastellaan makrofyyttikasvillisuuden pohjalta.

3.2.4 Nummijärven sinileväkukinta

Sinileväkukinnat kehittyvät anaerobisissa oloissa järven pohjalla tai pohjan läheisyydessä. Lämpötila on tärkeä sinilevien kasvua säätelevä tekijä. Yleensä sinileväkukintaa ei esiinny, ennen kuin veden lämpötila on n. 15 °C. Massaesiintymiä on harvoin alle 23 - 26 °C lämpötilassa.

Nummijärvellä on havaittu leväkukintaa ainakin vuodesta 1976 lähtien. Viime kesänä kukinta kesti tavallista kauemmin, n. 1,5 kk. Nummijärvestä otettiin kesän aikana useita vesinäytteitä, joiden levien valtalajien yksilömäärät analysoitiin vesihallituksen vesientutkimustoimistossa. Näytteitä otettiin sekä kokoomanäytteenä 0 - 1 m:iin että veden pinnasta suoraan.

Kesän 1984 analyysitulosten mukaan koostui noin puolet levien biomassasta leväkukinnan aikaan järvellä yhdestä lajista ja lähes koko biomassasta kolmesta valtalajista: Oscillatoria agardhii, Anabaena spiroides ja Achroonema sp.

Levämassan määrän perusteella arvioitaessa järven tilaa on Nummijärvi hypereutrofinen, koska levämassan tuorepaino oli yli 10 mg/l keskikesällä (7). Levämassan tuorepaino oli esimerkiksi heinäkuun 18 päivänä kokoomanäytteessä 0 - 1 m:iin Nummijärven keskiosassa 26,4 mg/l.

3.4 KALASTO

Nummijärvestä ei ole toistaiseksi tehty kalatalousselvitystä. Alueella on kuitenkin Vaasan vesipiiri tehnyt kalataloustiedustelun kesällä 1984. Tiedustelun ja kalastuskunnalle tehdyn haastattelun mukaan järven luonnonvaraiseen kalastoon kuuluvat ainakin hauki, ahven, särki, kiiski ja made.

Kalastuskunta on istuttanut järveen siikaa kymmenen vuoden ajan noin 5 000 kpl/a. Muutamana vuonna on myös istutettu jonkin verran järvitaimenta. Luonnonvaraisista lajeista haukikantaa on vahvistettu istuttamalla järveen 1 500 - 2 000 kpl jatkokasvatettua haukea. Haastattelutietojen perusteella järven haukikanta onkin kohtalaisen hyvä.

Tähän saakka luonnonvaraisten kalojen kutu on järvestä yleensä onnistunut. Keväällä 1982 löydettiin kuolleita haukia, joilla ei ollut mätiä tai maitia. Myöhemmin keväällä kutukypsiä yksilöitä kuitenkin tavattiin.

Haastateltujen mielestä järven kalataloudellinen tilanne on selvästi heikentynyt viime vuosina. Metsä- ja turvesoiden ojituksista johtuva järven liettyminen ja veden laadun heikkeneminen oli haastateltujen mielestä tärkein kalojen elinmahdollisuuksia rajoittava tekijä.

Makuhaittoja järven kaloissa on havaittu vuodesta 1976 lähtien. Makuvirheitä on ollut sekä kesällä että talvella pyydetyissä kaloissa. Lisäksi kalat ovat olleet limaisia ja epämiellyttäviä. Kalakuolemia järvessä on ollut talvella 1978 ja 1984.

4. NUMMIJÄRVEN KUORMITUSTILANNE JA SEN MUUTTUMINEN

4.1 KIINTOAINEKUORMITUS

4.1.1 Määritelmiä

Kiintoaineella tarkoitetaan suodattimelle pidättyvää ainemäärää painoyksikköinä tilavuusyksikössä vettä. Käytetty suodatin suodattaa hiukkaset noin μm :n hiukkaskokoon saakka. Täten nimikkeen kiintoaine alle mahtuu hyvin eri tyyppistä materiaalia: lähes laskeutumattomista hienojakoisista saostumista tai savihiukkasista jopa senttimetrin luokkaa oleviin nopeasti laskeutuviin saranjuurenkappaleisiin tai rahkasammalen osasiin saakka (23).

Kiintoainekuormituksen vaikutusten arvioinnin kannalta on täten tärkeää tuntea määrän lisäksi kiintoaineen laatu: onko kyseessä orgaaninen vai epäorgaaninen kiintoaine.

Humus on monimutkainen orgaanisten aineiden ryhmä, joka sisältää liuenneita aineita, kolloideja sekä kiinteitä hiukkasia. Ne ovat pääosin peräisin järveä ympäröivältä valuma-alueelta. Humus on osittain myös järvessä syntynyttä kasvimassan hajoamistuotetta. Tässä kutsutaan humukseksi kaikkea sitä orgaanista ainesta, jota ei voida osoittaa eläväksi biomassaksi.

4.1.2 Kuormituslähteet ja kuormituksen muuttuminen

Nummijärveen on kohdistunut viime vuosina suuri orgaaninen ja epäorgaaninen kiintoainekuormitus. Kiintoainetta tulee metsä-alueilta, pelloilta ja soilta. Seuraavassa tarkastellaan vain metsä- ja suoalueiden kiintoainekuormitusta kiinnittäen huomiota erityisesti turvetuotantoalueiden ja metsäojitusten vaikutuksiin.

Kiintoainekuormitusta on tullut järveen varsinkin alueella tehtyjen turvesuo- ja metsäojitusten aikana. Järven valuma-alueella on 1970-luvulla ojitettu metsää yhteensä 850 ha, joka on 18 % valuma-alueen pinta-alasta. Turvesoiden ojitukset aloitettiin Nummijärven länsipuolen suoalueilla vuonna 1974. Yhteensä järven valuma-alueella on turvetuotantoa varten ojitettu soita 360 ha eli 7,5 % valuma-alueesta. Tuotantoalueiden sijainti on esitetty kuvassa 17. Turpeen nosto alueella aloitettiin vuonna 1979.

Kiintoaineen kulkeutuminen, pääasiassa epäorgaanisen kiintoaineen, on suurinta metsäojitusten jälkeisinä vuosina, mutta huuhtoutumista tapahtuu myöhemminkin. Jos ojat ulottuvat kiennäismaahan asti, tulee kiintoainetta alueelta varsinkin ylivalumien aikana ojien uomaeroosion seurauksena (2).

Turvetuotantoalueilta tulee kiintoainetta, pääasiassa orgaanista kiintoainetta, alueen valmistamisesta tuotantoon ja tuotantovaiheessa. Tuotantoalueen valmisteluvaiheessa kiintoainekuormitusta syntyy kaivettaessa ojia, kaivun irrottaman irtoaineksen lähtiessä liikkeelle ylivalumien aikana ja uomaeroosiosta. Tuotantovaiheessa kiintoainekuormitusta syntyy ojien puhdistuksesta ja syventämisestä, irtonaisen aineksen joutumisesta ojiin ja sen lähdettyä liikkeelle ylivalumien aikana, sade-eroosiosta koko kentän alueella ja uomaeroosiosta.

4.1.3 Vaikutukset vesistössä

Valumavesien mukana tulevilla orgaanisilla aineilla, humuksella,

on merkitystä sekä ravinteiden että energian lähteenä. Humuksen ioninvaihdosta riippuu suuresti, miten humuksesta vapautuu ravinteita. Lisäksi ravinteiden vapautumiseen vaikuttaa veden pH. Mitä korkeampi pH on, sitä helpommin ioninvaihtoa ja ionien vapautumista humusaineesta tapahtuu, mikä lisää ravinteiden vapautumista humuksesta. Humuskuormituksella on rehevöitymistä edistävä vaikutus sellaisissa järvissä, joiden pääasiallinen kuormitus on ollut aikaisemmin lähinnä mineraaliainesta (9).

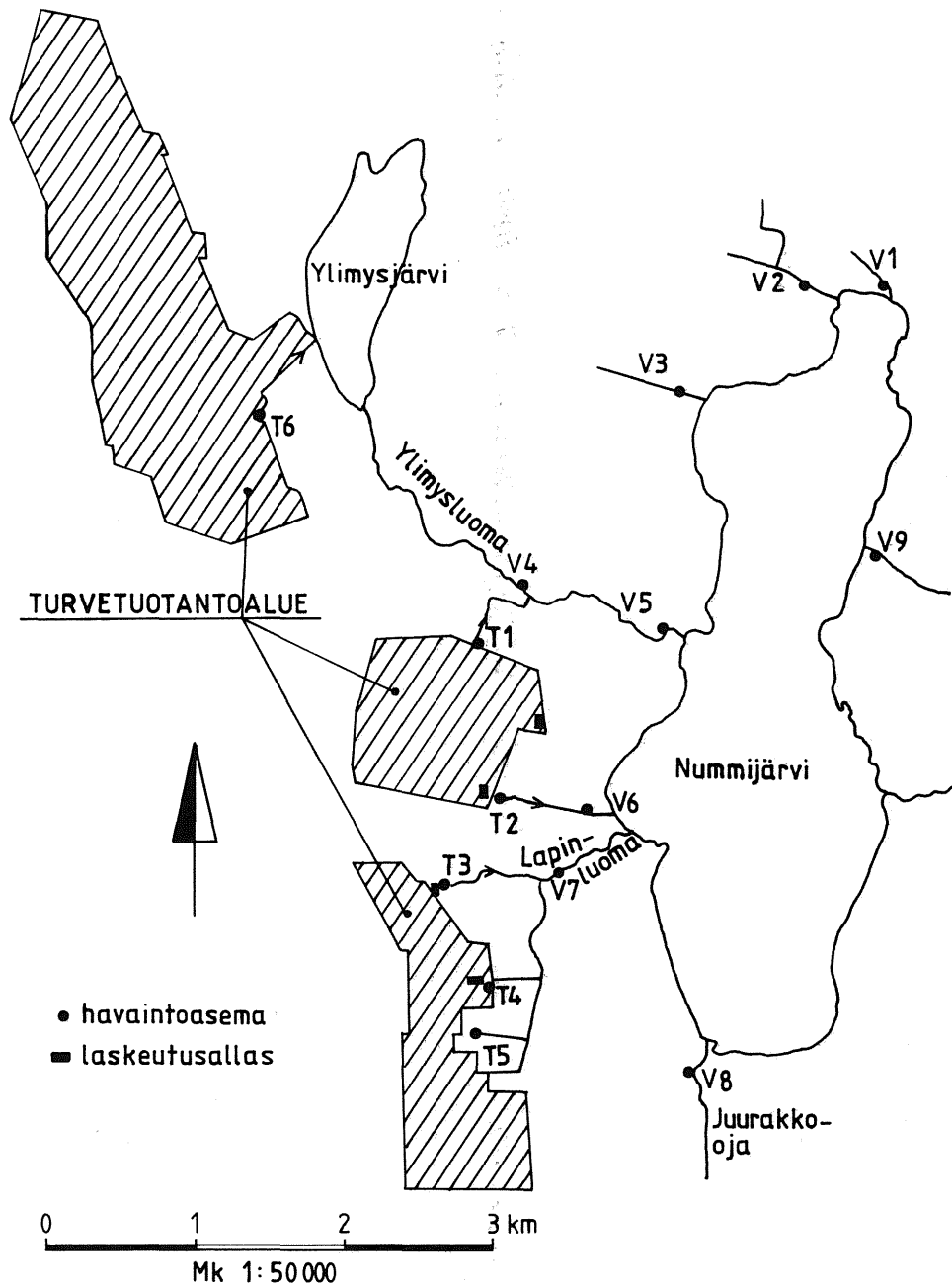
Maaperän fosfori lähtee liikkeelle ilmeisesti pääasiassa eroosioaineksen mukana. Karkeammista maalajeista, kuten hiekka- ja hietamaista, huuhtoutuminen on suhteellisesti runsaampaa kuin hienojakoisimmista maista, savi ja hiesu (9).

Kun veden pH nousee, fosforin vapautuminen maa-aineksesta veteen voi lisääntyä eksponentiaalisesti. Mitä emäksisempään ympäristöön partikkeleihin ja kolloideihin sitoutunut fosfori joutuu, sitä rehevöittävämpää se on potentiaalisesti. Pienetkin erot järvien pH-arvoissa voivat olla hyvinkin ratkaisevia levien fosforin saannille. Ja vastaavasti, jos recipientin pH on alempi kuin valumaveden, voi fosforin määrä vedessä entistään vähentyä - leväkasvu vähenee ja järvi puhdistuu (9).

4.1.4 Nykyisen kuormituksen jakaantuminen

Turvetuotantoalueiden järveä kuormittavan osuuden selvittämiseksi otettiin tehostetusti vesinäytteitä valuma-alueelta syys- ja lokakuussa 1984 tuotantoalueiden laskuojista ja järveen laskevista muista ojista, joissa oli virtausta. Havainto-asetat on esitetty kuvassa 17. Vesinäytteitä otettiin 2 kertaa 15 pisteestä.

Turvetuotantoalueiden laskuojien virtaamat mitattiin ojien mittapadoista. Muiden ojien virtaamat on laskettu poikkileikkauksien ja pintanopeuksien avulla. Keskinopeutena käytettiin 80 %:a pintanopeudesta.



Kuva 17. Nummijärven valuma-alueen vedenhavaintoasemat ja turvetuotantoalueet.

Kiintoaineen keskimääräinen ainevirtaama laskettiin kaavalla (1) (3):

$$\langle M \rangle = \langle C \rangle MQ, \text{ jossa} \quad (1)$$

MQ = keskivirtaama aikavälillä ΔT ($L^3 T^{-1}$)

$\langle C \rangle$ = pitoisuuden todellinen (= virtaamapainotettu) keskiarvo aikavälillä Δt (ML^{-3})

Taulukossa 4 on esitetty valuma-alueen havaintoasemien (kuva 17) kiintoainepitoisuus, virtaama ja keskimääräinen ainevirtaama uoman poikkileikkauksen läpi vuorokaudessa. Orgaanisen kiinto-aineen määrä on laskettu hehkutusjäännösten perusteella.

Taulukko 4. Nummijärven valuma-alueen havaintoasemien (kuva 17) kiintoainepitoisuus, virtaama (syys-lokakuu) ja keskimääräinen ainevirtaama vuorokaudessa uoman poikkileikkauksen läpi. V1 - V9 ovat valuma-alueen havaintoasemia ja T1 - T6 tuotantoalueen havaintoasemia.

Havainto- asema	11.9.1984		3.10.1984		K i i n t o a i n e		
	Kiinto- aine (mg/l)	Q (l/s)	Kiinto- aine (mg/l)	Q (l/s)	Orgaa- ninen (kg/d)	Epäorgaa- ninen (kg/d)	Yht. (kg/d)
V1	0,8	2	0,49	2	0,1	0	0,1
V2	16,0	36	9,5	38	9,8	30,7	40,5
V3	11,0	20	7,6	20	4,8	11,3	16,1
V4	4,1	240	3,8	352	63,3	37,0	100,3
V5	3,9	350	3,6	401	30,3	90,8	121,3
V6	9,0	6	8,4	10	1,8	4,1	5,9
V7	33,0	36	20,0	53	74,8	22,3	97,1
V8	4,5	46	11,0	52	3,6	30,1	33,7
V9	9,4	2	3,3	1	0,7	0,3	1,0
T1	7,4	2,4	2,3	12,3	1,9	0,1	2,0
T2	7,8	5,9	3,0	7,7	1,8	0,4	2,2
T3	9,5	6	7,2	0,8	0,4	0,1	0,5
T4	7,0	2,7	3,4	3	1,0	0,3	1,3
T5	3,2	8,4	1,6	11,3	1,0	0,9	1,9
T6	9,0	45	2,4	52	9,6	13,3	22,9
Σ Kok.kuorm.					126,0	190,0	316,0

Valumat tuotantoalueelta olivat pieniä vesinäytteitä otettaessa, joten tulokset edustavat syksyn vähäsateisen kauden alivirtaamatilannetta. Koska korkeimmat kiintoainepitoisuudet ajoittuvat nousevan valuman ja suurimpien valumahuippujen ajalle (23), ei näiden tulosten perusteella voida arvioida koko vuoden kiintoainekuormitusta ja kuormituksen jakaantumista.

Turvetuotantoalueilta lähteissä vesissä oli orgaanisen aineen määrä selvästi suurempi kuin muilta alueilta tulevissa vesissä. Sen osuus vaihteli 42 - 95 %:iin ja oli keskimäärin 75 % kiintoaineen kokonaismäärästä. Metsäalueilta tulevissa vesissä oli orgaanista kiintoainetta keskimäärin 17 %.

Luonnontilaisten soiden valumavesissä kiintoainetta ei ole juuri lainkaan, joten koko kiintoainevaluma tuotantokentiltä voidaan katsoa tuotannosta aiheutuvaksi kuormitukseksi (23). Ottamalla tämä huomioon oli turvetuotantoalueiden osuus orgaanisen kiintoaineen kokonaiskuormituksesta 37 %. Metsäalueiden osuus kokonaiskuormituksesta oli 7 %.

Epäorgaanisen kiintoaineen määrä oli suurin metsäalueilta tulevissa vesissä. Niiden osuus epäorgaanisen kiintoaineen kokonaiskuormituksesta oli 32 % ja turvetuotantoalueiden osuus oli vastaavasti 20 %.

Jos oletetaan, että Lapinluomaa (kuva 17) pitkin tuleva kuormitus johtuu pääasiassa turvetuotannosta, on turvetuotantoalueiden osuus orgaanisen kiintoaineen kokonaiskuormituksesta arviolta 60 %.

Edellä olevan perusteella voidaan olettaa, että järveen tuleva orgaaninen kiintoaine on pääasiassa lähtöisin turvetuotantoalueilta.

4.2 RAVINNEKUORMITUS

4.2.1 Kuormituksen laskennan perusteet

Järven kuormitustilanteen muutosten selvittämiseen on käytetty ainetasetarkastelua. Ravinnemäärät on laskettu ns. murtoviivamenetelmällä. Menetelmässä oletetaan, että pitoisuus muuttuu lineaarisesti havaintokerrasta toiseen. Näin voidaan arvioida teoreettiset pitoisuustiedot jokaiselle päivälle. Ravinnemäärät voidaan laskea, kun lisäksi on käytettävissä lasketut päivittäiset tulovirtaama-, järven tilavuus- ja purkautumistiedot.

Ravinnevirtaama kahden pitoisuushavainnon välillä saadaan kaavasta (2) (3):

$$\langle M \rangle = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m c_i Q_i \quad (2)$$

kaavassa on

$\langle M \rangle$ = keskimääräinen ainevirtaama aikavälillä Δt (MT^{-1})

m = virtaamahavaintopäivien lukumäärä

c_i = pitoisuushavainto i (ML^{-3})

Q_i = pitoisuushavaintoa i vastaava virtaama ($L^3 T^{-1}$)

Puuttuvat pitoisuudet c_i arvioidaan kaavalla (3):

$$c_i = c_a + \frac{c_b - c_a}{b - a} (i - a), \quad \text{jossa} \quad (3)$$

c_a = pitoisuus päivänä a , jolloin pitoisuus on mitattu viimeksi ennen päivää i (ML^{-3})

c_b = pitoisuus päivänä b , jolloin pitoisuus on mitattu ensi kerran päivän i jälkeen (ML^{-3})

Järvessä oleva ravinnemäärä on laskettu kaavalla (4) (3):

$$\langle M \rangle = V_i \left[c_a + k_{12} (n - 1) \right], \quad i = m \dots n \quad (4)$$

kaavassa on

V_i = järven tilavuus

c_a = järven ravinnepitoisuus jakson alussa

$$k_{12} = \frac{c_1 - c_a}{m - n}$$

c_1 = järven veden ravinnepitoisuus jakson lopussa

m = jakson alku vuorokausina vuoden alusta

n = jakson loppu vuorokausina vuoden alusta

$$\text{kun merkitään } k_{12} = \frac{c_1 - c_a}{m - n} \quad \text{ja} \quad c_i = c_a - k_{12} (n - i),$$

niin kaavaksi tulee:

$$\langle M \rangle = V_i \cdot c_i$$

Järvessä tapahtuva sedimentaatio saadaan kaavalla (5):

$$S = \sum M_t - \sum M_p - \Delta M_j, \text{ jossa} \quad (5)$$

$\sum M_t$ = jakson aikana järveen tullut ravinnemäärä

$\sum M_p$ = jakson aikana järvestä luusuan kautta poistunut ravinnemäärä

ΔM_j = jakson aikana järven vesimassassa tapahtunut ravinnemäärän muutos

4.2.2 Kuormituslähteet

Nummijärveen on veden laadun seurannan aikana 1967-1984 kohdistunut ainoastaan hajakuormitusta. Järven hajakuormitus voidaan jakaa kolmeen erilliseen komponenttiin. Ne ovat pelloilta, metsäalueilta ja soilta tulevat ravinnehuuhtoumat, sateen mukana järven pinnalle laskeutuvat ravinteet sekä järven rannalla sijaitsevien lomamökkien aiheuttama kuormitus.

4.2.2.1 Maa-alueilta tapahtuneet ravinnehuuhtoumat

Maa-alueilta tapahtuvien huuhtoumien arvioimiseen on käytetty Nummijärven valuma-alueelta vuosien 1976-1982 aikana mitattuja pitoisuuksia. Nummijärveen laskevien purovesien laatua on mitattu yhteensä kolmesta havaintopurosta (kuva 17, havainto-asema V6, V7 ja V8). Nämä näytteenottopisteet edustavat n. 60 % koko Nummijärven valuma-alueesta.

Ravinnehuuhtoumien laskemiseen käytettiin vesitaseen avulla laskettujen tulovirtaaman arvoja. Koska käytettävissä oli vain järveen tuleva kokonaistulovirtaama, jouduttiin huuhtoumat laskemaan käyttäen kutakin ajanhetkeä vastaavaa keskipitoisuutta. Järveen tulevien huuhtoumavesien keskipitoisuus saatiin painottamalla kunkin havaintopuron ravinnepitoisuuksia ao. puron edustamalla valuma-alueosuudella. Vuosittaiset huuhtoumat (1976-82) ja jokaisen vuoden vuorokauden keski-

määräinen huuhtouma on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Huuhtoumat maa-alueilta Nummijärveen (kg) 1976-1982. MQ_T = keskimääräinen tulovirtaama.

Aika	MQ_T (m^3/s)	Kok-P (kg/a)	Kok-P (kg/d)	PO_4 -P (kg/a)	PO_4 -P (kg/d)	Kok-N (kg/a)	Kok-N (kg/d)
1976	0,254	597	1,64	-	-	8 249	22,60
1977	0,574	847	2,32	43 271	118,55	12 136	33,25
1978	0,333	611	1,67	21 390	58,60	8 246	22,59
1979	0,436	473	1,29	42 661	116,88	10 807	29,61
1980	0,195	815	2,23	9 781	26,79	8 053	22,06
1982	0,700	1 203	3,29	85 818	235,12	14 314	39,22
1982	0,457	896	2,46	50 620	138,68	13 750	37,67

4.2.2.2 Ilmakehästä tulevat ravinnelaskeumat

Maamme vesistöihin tulee ilmakehän kautta 18 % typpi- ja 10 % vuotuisesta fosforikuormasta. Yleensä ravinnelaskeumat ovat kuitenkin huomattavasti maa-alueilta tapahtuvia ainevalumia pienemmät. Ravinnelaskeumien tarkastelun välttämättä lisää kuitenkin se, että ne tulevat ekosysteemiin avovesikaudella, jolloin muu ulkoinen kuormitus on yleensä vähäistä, mutta ravinteiden hyväksikäyttö tuotannossa suurimmillaan (11).

Suurin osa, jopa 90 %, typpilaskeumasta tulee sateen mukana. Usein lumen typpipitoisuudet ovat muun sadannan pitoisuuksia korkeammat ja on alueita, joilla jopa puolet vuotuisesta laskeumakuormituksesta tulee lumen mukana. Yhdysvalloissa Suurten järvien alueella havaitut typpilaskeumat ovat suuruusluokkaa $1 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ (11). Fosforilaskeumat ovat yleensä kesäaikana korkeampia kuin talvella. Näin on erityisesti alueilla, joilla harjoitetaan voimakasta maataloutta. Yleensä sadeveden fosforipitoisuus on kuitenkin melko pieni (30 - 100 $\mu\text{g/l}$). Keskimääräiset vuotuiset fosforilaskeumat ovat noin 0,01 - 0,1 $\text{g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ (11).

Tässä tutkimuksessa ei erillisiä laskeutumishavaintoja ole tehty Nummijärven alueella. Nummijärveen on arvioitu vuosittain laskeutuvan 4 880 kg N/a tyyppä ja 100 kg P/a fosforia.

4.2.2.3 Loma-asutuksen kuormitus

Nummijärven rannoilla on 173 loma-asuntoa. Niiden aiheuttaman kuormituksen tarkka arviointi on vaikeaa. Kuitenkin loma-asutuksen kuormitukselle voidaan määrittää helposti raja-arvot, joita se ei voi ylittää. Ehdoton maksimiarvo lomamökkien kuormitukselle saadaan olettamalla, että koko lomanviettäjien tuottama fosfori- ja typpipitoinen jätevesi joutuu järveen. Vesihallituksen mukaan asukasta kohden lasketut ominaiskuormitusarvot ovat 3 g P as⁻¹d⁻¹ ja 12 g N as⁻¹d⁻¹ (29).

Lisäksi voidaan olettaa, että mökkejä käyttää keskimäärin 4 asukasta mökkiä kohti kolmen kuukauden ajan vuosittain. Tällä tavalla arvioiden saadaan loma-asutuksen aiheuttamaksi Nummijärven maksimikuormitukseksi:

fosforille 173 mökkiä · 4 as/mökki · 3 g P as⁻¹d⁻¹ · 120 d/a ≈ 249 kg P a⁻¹

tyypelle 173 · 4 · 12 · 120 ≈ 996 kg N a⁻¹

Todellinen loma-asutuksen aiheuttama kuormitus on kuitenkin edellä esitettyä arviota pienempi. Suurin osa käymäläjätevesistä imeytetään maahan sakokaivojen avulla, eivätkä muutkaan jätevedet pääse suoraan järveen. Lisäksi edellä esitetyt mökkien tehokkaat käyttöajat on oletettu tarkoituksellisesti todennäköisiä suuremmiksi.

Kesäasuntojen Nummijärveä kuormittava vaikutus lienee ehkä n. 10 % edellä esitetyistä maksimiarvoista. Haja-asutuksen vesistökuormitus on 0,12 kg P as⁻¹a⁻¹ ja 0,3 kg N as⁻¹a⁻¹ Kaupin tutkimuksen mukaan (10). Näitä arvoja ja edellä esitettyjä mökkien tehokkaita käyttöaikoja käyttäen voidaan mökkien olettaa kuormittavan Nummijärveä fosforin osalta yhteensä 27 kg P a⁻¹ ja typen osalta vastaavasti 68 kg N a⁻¹.

4.2.3 Ravinteiden poistuma

Jos järviällästä ja sedimenttiä tarkastellaan kokonaisena ravinnevarastona, voidaan olettaa, että ravinteita ja niiden osafraktioita poistuu järvestä ainoastaan virtaavien purojen kautta tai ilmakehään. Denitrifikaatiossa voi poistua jopa 20 - 40 % järven kokonaistyyppikuormasta ja peräti 70 % järveen jääneestä nettokuormituksesta (10). Tässä tutkimuksessa ei ole otettu huomioon denitrifikaation vaikutusta typen poistumisessa järviältäasta.

Luusuan kautta vuosittain poistuvat ravinnemäärät ja vuosittain keskimäärin vuorokaudessa luusuan kautta poistuvat ravinnemäärät vuosina 1976-82 on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Nummijärven luusuan kautta poistuvat ravinteet (kg) 1976-82. MQ = keskimääräinen menovirtaama.

Aika	MQ (m ³ /s)	Kok-P (kg/a)	Kok-P (kg/d)	PO ₄ -P (kg/a)	PO ₄ -P (kg/d)	Kok-N (kg/a)	Kok-N (kg/d)
1976	0,420	463	1,27	-	-	7 796	21,36
1977	0,550	738	2,02	30 906	84,67	11 245	30,81
1978	0,250	282	0,77	12 702	34,80	4 623	12,67
1979	0,400	375	1,03	45 042	123,40	7 954	21,79
1980	0,410	465	1,27	49 133	134,61	7 689	21,07
1981	0,620	730	2,00	76 990	210,93	10 510	28,79
1982	0,430	506	1,38	63 734	174,61	7 715	21,14

4.2.4 Ravinnekuormituksen tarkastelua

Taulukossa 7 on esitetty tarkasteltujen ravinteiden vuositaseet. Maa-alueilta tulevat huuhtoumat muodostavat valtaosan Nummijärven ulkoisesta kuormituksesta. Myös ilmasta tulevilla ravinnelaskeumilla on merkitystä altaan ravinnevaraston lisääjinä. Kesäasutuksen osuus on vähäinen ulkoisessa kuormituksessa.

Taulukossa 8 on esitetty järveen jäänyt osuus kuormituksesta ja sedimentaation osuus tulevasta ravinnemäärästä vuosina 1976-82 (typpi ja fosfori).

Taulukko 7. Nummijärveen tullut kuormitus ja sen jakautuminen eri kuormittajien kesken, poistuneet ravinnemäärät ja sedimentoituneet ravinnemäärät vuosina 1976-82.

Aika	Kuormittaja	Tuleva				Poistuva		Sedimenttti	
		Kok-P (%)	Kok-P (kg/a)	Kok-N (%)	Kok-N (kg/a)	Kok-P (kg/a)	Kok-N (kg/a)	Kok-P (kg/a)	Kok-N (kg/a)
1976	Huhtoumat	82	597	63	8 249				
	Laskeuma	14	100	37	4 880				
	Kesäasunnot	4	27	0	68				
	SUMMA	100	724	100	13 197	463	7 796	30	2 803
1977	Huhtoumat	87	847	71	12 136				
	Laskeuma	10	100	29	4 880				
	Kesäasunnot	3	27	0	68				
	SUMMA	100	974	100	17 084	738	11 245	60	14 995
1978	Huhtoumat	83	611	63	8 246				
	Laskeuma	14	100	37	4 880				
	Kesäasunnot	3	27	0	68				
	SUMMA	100	738	100	13 194	282	4 623	108	4 615
1979	Huhtoumat	79	473	68	10 807				
	Laskeuma	17	100	32	4 880				
	Kesäasunnot	4	27	0	68				
	SUMMA	100	600	100	15 755	375	7 954	115	3 253
1980	Huhtoumat	87	815	62	8 053				
	Laskeuma	11	100	38	4 880				
	Kesäasunnot	2	27	0	68				
	SUMMA	100	942	100	13 001	465	7 689	332	1 080
1981	Huhtoumat	91	1 203	75	14 314				
	Laskeuma	8	100	25	4 880				
	Kesäasunnot	1	27	0	68				
	SUMMA	100	1 330	100	19 262	730	10 510	412	3 832
1982	Huhtoumat	88	896	74	13 750				
	Laskeuma	10	100	26	4 880				
	Kesäasunnot	2	27	0	68				
	SUMMA	100	1 023	100	18 698	506	7 715	381	3 995

Taulukko 8. Nummijärven ravinnevarastoon jäänyt osuus kuormituksesta ja sedimentaation osuus tulevasta ravinnemäärästä vuosina 1976-82 (typpi ja fosfori).

Vuosi	Järven ravinnevarastoon jäänyt osuus		Sedimentaation osuus tulevasta ravinnemäärästä	
	Kok-P (%)	Kok-N (%)	Kok-P (%)	Kok-N (%)
1976	36	41	4	21
1977	24	34	6	88
1978	62	65	15	35
1979	38	50	19	21
1980	51	41	35	8
1981	45	46	31	20
1982	51	59	37	21

Ulkoisen ravinnetaseen avulla voidaan fosforivaraston lisäyksestä saada luotettava kuva. Sen sijaan typen kiertokulku on monimutkaisempi ja tarkastelu tulisi tehdä järven sisäisten prosessien perusteella. Ulkoisten taseiden mukaan valtaosa ravinnekuormituksesta kumuloituu järven ravinnevarastoon.

Nummijärven ulkoinen kuormitus on kasvannut vuosien 1976 ja 1982 välisenä aikana. Samalla on fosforin määrä kasvanut melko voimakkaasti sedimentissä. Vastaavasti typen osuus on vähentynyt. Kun lisäksi happitilanne on huonontunut happea kuluttavan kuormituksen lisääntyessä, on sedimentti ilmeisesti muuttunut järven sisäiseksi kuormittajaksi kiihdyttäen järven rehevöitymistä - alhainen happipitoisuus ja redoxpotentiaali liuottavat rautaan sitoutunutta fosforia (15).

Sedimentin fosforivarasto ja toisaalta liuotuskyky voivat olla jo niin suuret, että ne riittävät pitämään järven yllirehevässä kunnossa kymmeniä vuosia, mikäli pohjan kemiallinen tila ei parane fosforia pidättäväksi.

5. NUMMIJÄRVEN TILAN PARANTAMISTOIMENPITEET

5.1 YLEISIÄ NÄKÖKOHTIA

Järven tilan parantamistoimenpiteet jakautuvat ennalta ehkäiseviin toimenpiteisiin ja kunnostustoimenpiteisiin. Ennalta ehkäisevät toimenpiteet hidastavat järven tilan huononemista ja voivat jopa pysäyttää sen. Kunnostustoimenpiteet korjaavat haittoja, jotka jo ovat syntyneet vesistöön.

Ennalta ehkäiseviä toimenpiteitä ovat esimerkiksi kuormituksen rajoittaminen tai vesistöjen vesiensuojelunäkökohtien ottaminen huomioon mm. rakennushankkeissa (24).

Vesistön kunnostamisella tarkoitetaan sen tilan ja käyttökelpoisuuden parantamista tai säilyttämistä suoraan vesistöön kohdistuvilla toimenpiteillä. Kunnostamistoimenpiteet voivat kohdistua sellaisiin vesistön käyttökelpoisuuteen vaikuttaviin tekijöihin kuten veden laatu, vesikasvillisuus, rantojen käyttö- ja rakentamiskelpoisuus, veden määrä, syvyysuhteet sekä vedenkorkeudet ja niiden vaihtelu. Vesistöjen kunnostaminen saattaa palvella elinympäristön viihtyisyyden, riista- ja kalatalouden, matkailun, vesien virkistyskäytön, linnustonsuojelun, kulttuurihistoriallisesti arvokkaiden rakenteiden suojelun ja vesihuollon tarpeita ja tavoitteita (18).

Nummijärven kunnostus perustuu vedenpinnan nostamiseen ja järven hapettamiseen talvella. Järven tilaa voidaan parantaa ratkaisevasti, jos valuma-alueelta tulevaa kuormitusta voidaan myös vähentää. Lisäksi Nummijärven kalataloudellista arvoa kohotetaan tehostetulla siian istutuksella.

5.2 MAHDOLLISUUDET VÄHENTÄÄ VALUMA-ALUEELTA TULEVAA KUORMITUSTA

5.2.1 Turvetuotantoalueet

Turvemaiden eroosioalttius erittäin pitkälle maatuneita turpeita lukuun ottamatta on paljon vähäisempi kuin hienojakoisten mineraalimaiden. Vaaditaan suhteellisen voimakasta mekaanista häiriötä turpeen saamiseksi liikkeelle: esimerkiksi kaivutöitä, voimakasta virtausta tai sadeepisaroiden eroosiovaikutusta.

Tuotantovaiheessa olevilla alueilla sateiden eroosiovaikutus riippuu siitä, aiheutuuko sadannasta samanaikaisesti myös pinta-valuntaa, jonka eroosio kohdistuu koko kentän alueelle. Tällöin sateen rankkuudella pintavaluman aikana on huomattava merkitys.

Rankat sateet hienontavat kenttää, jolloin liikkeelle lähtee, turpeen laadusta riippuen, myös hienojakoista ainesta, joka ei liety ojastoon. Mikäli sarkaojan kaltevuus on suuri, rankan sateen seurauksena virtausnopeus ojissa saattaa kohota niin suureksi, ettei karkeakaan kiintoaine ehdi liettyä, vaan päinvastoin ojiin joutunut irtonainen aines saattaa lähteä virtauksen mukana liikkeelle (23).

Kiintoainekuormitukseen voidaan vaikuttaa joko estämällä kiintoaineen liikkeellelähtö tai pysäyttämällä liikkeelle lähtenyt kiintoaine ennen vesistöön joutumista. Liikkeelle lähteneen kiintoaineen talteenottamiseksi on tuotantoalueilla käytetty läpivirtausperiaatteella toimivia laskeutusaltaita.

Nykyisillä altailla kyetään suurimpien ylivalumien aikana altaan toimiessa optimaalisesti poistamaan karkeahko kiintoaine, joka liettyisi vesistössäkkin nopeasti. Keskivalumien aikana viipymä altaissa on kymmeniä tunteja, jolloin melko hitaastikin laskeutuva kiintoaine ehtii sedimentoitua. Kuitenkin hyvin suuret kiintoainemäärät ovat päässeet vesistöön, kun altaiden toiminta on ylivalumien aikana mm. turbulenssin vuoksi häiriytynyt tai jopa alivalumien aikana, kun altaan pohjalla muodostuva metaanikaasu on häirinnyt laskeutumista.

Nykyisten laskeutusaltaiden kiintoaineen laskeutumista voidaan parantaa. Tuleva vesi pitäisi jakaa tasaisesti altaan koko poikkipinta-alalle ja lähelle lähtöpäätä voitaisiin rakentaa myös pintavirtauseste. Lisäksi altaan pohjaan rakennettavalla pohjakynnyksellä saataisiin ehkä vähennettyä kiintoainekuormitusta ylivalumien aikana (1).

Purkuvesien liuonnon orgaanisen aineen sakkauttamiseen voitaisiin käyttää hyväksi ehkä eräitä teollisuusjäteveden- ja vesilaitosten vedenkäsittelymenetelmiä. Tällaisia menetelmiä ovat kemiallinen koagulointi, sähköinen koagulointi, biokemiallinen käsittely, otsonointi, adsorptiomenetelmä ja suodatus. Huolimatta koaguloinnin, otsonoinnin ja adsorption korkeasta puhdistustehosta on näitä menetelmiä vaikea toteuttaa käytännössä kalleutensa vuoksi.

Kiintoaineen huuhtoutumista voidaan vähentää myös vettä padottavien rakentein. Jos sarkaojien loppupäässä on vähän kaltevuutta, vettä padottavat rakenteet vaikuttavat padottavasti laajalla alueella. Tällöin sarkaojien suuri tilavuus toimii varastotilana valunnalle pienentäen täten suurimpia hetkellisiä valumia. Kiintoaineen liikkeellelähtö ojista estyy ja kiintoaineen sedimentaatio jo ojaverkostossa tehostuu (23). Sarkaojarumpujen alimitoittaminen siten, että ne mainittavasti padottaisivat vettä, ei tukkeutumisvaaran vuoksi ole mahdollista.

Mikäli lohko-oja ei ole kovin kalteva, yhdellä siihen sijoitettulla padottavalla rakenteella pystytään vaikuttamaan hyvin moneen sarkaojaan. Mahdollisia ratkaisuja padottavaksi rakenteeksi ovat esimerkiksi kaksi päällekkäistä ojarumpua, joista alempi mitoitetaan tavanomaisia valuma-arvoja varten. Ylempi ojarumpu tai pelkästään ylivuotoreunus mitoitetaan ylivalumille ja sijoitetaan mahdollisimman korkealle kuitenkin siten, ettei vesi pääse nousemaan kentän tasolle asti (23).

5.2.2 Maatalous

Maataloudesta aiheutuva ravinnekuormitus on pääosin peräisin kahdesta eri lähteestä. Lannoituksen ja viljelytoimenpiteiden

johdosta huuhtoutuu ravinteita ja kiintoainesta pelloilta. Toisaalta samoja aineita pääsee vesistöihin ja pohjavesiin suorina vuotoina tai muina päästöinä lanta-, virtsa- ja säilörehuvarastoista tai muusta varastoinnista ja käsittelystä.

Maanviljelyn vaikutus vesistön kuormitukseen perustuu pääasiassa maa-aineksen, ravinteiden ja torjunta-aineiden huuhtoutumisesta vesistöön. Tähän vaikuttavat monet tekijät kuten maalaji, vesitalous, pellon käyttö, viljelytekniikka ja lannoitus.

Lanta- ja virtsasäiliöstä tulevat päästöt vaikuttavat haitallisimmin vesien tilaan ja käyttökelpoisuuteen. Lisäksi liete-lannan ja virtsan talvilevitys sekä säilörehun puristenesteen vesistöön pääsy aiheuttavat ongelmia.

Peltoviljelyssä vesiensuojelun kannalta tärkeimmät seikat ovat eroosion vähentäminen ja huuhtoutumisen estäminen. Maatalouden järveen aiheuttaman kuormituksen pienentämiseksi tulisi yleisesti ottaa huomioon seuraavia vesiensuojelun kannalta tärkeitä näkökohtia. Ne ovat jo nykyisinkin järkevän maatalouden toiminnallisia perusteita:

1. Peltujen peruskunto ja vesitalous vaikuttavat huuhtoutumiseen. Maan vedenpidätyskyvyn ylläpito maanparannustoimenpitein ja tiivistymishaittoja vähentämällä sekä toimiva salaojitus vähentävät huuhtoutumista.
2. Vesistöön rajoittuvilla ja kaltevilla mailla rantaviivaan tai korkeuskäyrän suuntainen kyntö vähentää sekä eroosiota että huuhtoutumista.
3. Kesannointia arimmilla alueilla tulisi välttää, koska viljelemättömältä pellolta ravinteet huuhtoutuvat herkemmin kuin kasvien peitossa olevilta pelloilta.
4. Sijoituslannoitus sekä lietteillä että väkilannoitteilla edistää ravinteiden hyväksikäyttöä ja vähentää huuhtoutumista.
5. Lanta tulee levittää pääsääntöisesti sulaan maahan ja mullata mahdollisimman pian levityksen jälkeen.

6. Syksyllä suoritettavaa lannoitusta tulee välttää, koska varsinkin tyyppi huuhtoutuu tällöin herkästi.
7. Kalkitus parantaa maan rakennetta ja lisää mm. fosforin käyttökelpoisuutta vähentäen siten fosforilannoituksen tarvetta.

Näillä suositusluontoisilla toimenpiteillä arvioidaan pystytävän vähentämään maatalouden aiheuttama kokonaiskuormitus lähes puoleen nykyisestä (6).

5.3 VEDENPINNAN NOSTO

5.3.1 Käytön suositeltavuus

Vedenpinnan nosto on eniten käytetty järven kunnostustoimenpide Suomessa. Järven mataluudesta johtuva umpeenkasvu on tavallisin syy vedenpinnan nostoon.

Vedenpinnan nosto aiheuttaa samoja ongelmia kuin tekojärven teko, vaikkakin vähäisemmässä laajuudessa. Järven nosto ei sinänsä vaikuta valuma-alueen huuhtoumiin eikä myöskään järven tilaan, ellei virtaamasuhteita samalla pysyvästi muuteta. Veden noston seurauksena rantavyöhyke joutuu veden valtaan, minkä vuoksi ravinteita saattaa huuhtoutua lisää järveen, mikä puolestaan lisää planktonin määrää (24).

Vedenpinnan nosto ei periaatteessa vaikuta veden laatuun. Tilavuuden kasvaessa viipymä pitenee, mikä lisää sedimentaatiota ja hajotusta. Tämä saattaa vähentää luusuasta poistuvien ravinteiden määrää, mikä voi lisätä pohjalietteen orgaanisen aineen määrää ja ravinnepitoisuutta. Tämän seurauksena riski järven rehevöitymisestä kasvaa, jos järven kuormituksen lisääntyminen aiheuttaa pohjalietteen ja veden rajakerroksen pelkistymisen (24).

Vedenpinnan nosto voidaan katsoa edulliseksi ja suositeltavaksi seuraavissa tapauksissa (24):

1. Järvi on mataluuden vuoksi umpeenkasvamassa.
2. Järvimaiseman parantaminen, esimerkiksi lasketun järven rantavyöhyke on maisemakuvaa rumentava.
3. Rantavyöhykkeen virkistyskäytön lisääminen.
4. Järven kalataloudellisen arvon nostaminen.
5. Tilavuudeltaan pienen järven alusveden happivaraston lisääminen tapauksessa, jossa tilavuuden lisäys merkitsee kriittisen happitilanteen paranemista.

5.3.2 Nostokorkeuden määrittäminen

Vedenpinnan noston ylärajaa määrättäessä on korkeus asetettava niin, ettei nostosta aiheudu haittatekijöitä, joiden liiallinen määrä vähentää hankkeen kannattavuutta.

Vedennoston maksimikorkeuden määrää tässä tapauksessa rannan käyttö ja sen asettamat rajoitukset. Lähelle vesirajaa rakennettu huvila-asutus ja matalat rantapellot estävät suurehkon nostokorkeuden.

Nummijärven kesäaikainen vedenkorkeus vaihtelee luonnontilassa välillä $N_{43} + 160,05 \dots + 160,71$ (liite 5). Tämä aiheuttaa sen, että ranta-alue pysyy melko laajalti kosteana ja täten soistuu eikä ole tavanomaiseen hyötykäyttöön soveltuvaa.

Merkittävät vedenkorkeuden nostoa rajoittavat tekijät ovat pengerrettävien alueiden ulkopuolella länsirannalla peltoalue (pellon alin korkeus $N_{43} + 161,00$), huvilatontti (alin korkeus rannassa $N_{43} + 160,80$). Järven itärannan puolella on alimman saunarakennuksen kivijalka korkeudella $N_{43} + 180,86$.

Järven virkistyskäytön kannalta on optimaalinen vedenkorkeus kesäaikana $N_{43} + 160,50$. Tällä vedenkorkeudella syntyvä haitta on ilmeisesti pieni verrattuna saatuun hyötyyn nähden. Tällöin voidaan rantakosteikkaa huomattavasti pienentää vielä.

5.4 VESIMASSAN HAPETTAMINEN

5.4.1 Hapettamisen tavoite

Rehevöitymisen perusongelmana järven tilan kannalta on vedessä syntyvän biomassan aiheuttama hapen kuluminen. Tämä ilmenee erityisen selvästi silloin, kun vesimassa on ilmakehästä eristetyssä tilassa. Kesällä edellyttää eristetyn vesimassan olemassaolo termistä kerrostuneisuutta, jolloin hapen kuluminen on suurta alusvedessä. Talvella voi hapen kuluminen olla suurta koko vesimassassa. Kesällä alusveden hapenvajaus syntyy - ainakin kunnostusta vaativissa järvissä - biomassan hajoamisen seurauksena. Talvella hapenvajaus johtuu useasti siitä, kun muualla syntynyt orgaaninen aine hajoaa järvessä (25).

Pohjanläheisen vesikerroksen hapettomuus aiheuttaa sen, että pohjalietteeseen useiden vuosien aikana kertyneet ravinteet lietteen sisällä tapahtuvan kaasunmuodostuksen seurauksena vapautuvat veteen ja jäävät siihen liuenneessa muodossa. Vesimassan keväisin ja syksyisin sekoittuessa nämä ravinteet pääsevät valaistuun vesikerrokseen, jossa ne lisäävät järven ennestäänkin suurta tuotantoa.

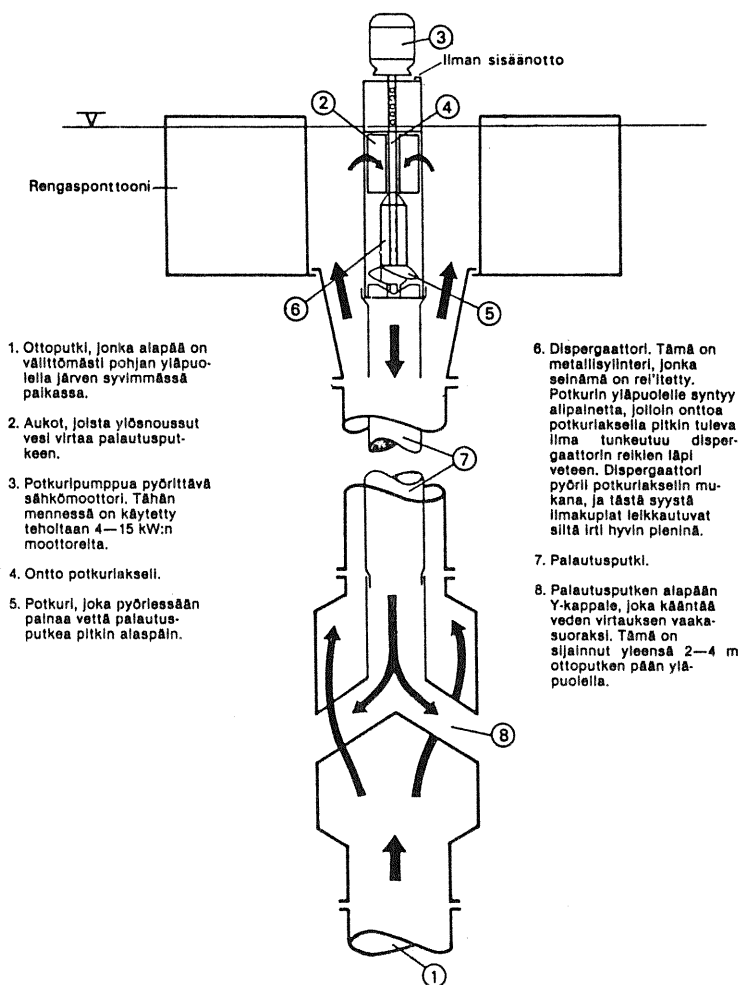
Järven hapettamisen tavoitteena on katkaista ravinteiden kiertokulku veden ja pohjalietteen välillä. Tämä toteutetaan hapettamalla pohjalietteen yläpintaa ja siihen rajoittuvaa vesimassaa, jolloin ravinteiden vapautuminen pohjalietteestä estyy. Jatkettaessa ilmastusta riittävän kauan saadaan järven ravinnepitoisuus tasolle, joka riippuu yksinomaan järveen vielä tulevista ravinnemääristä (25).

5.4.2 Hapettamismenetelmä ja hapettamislaitteen toiminta

Järven ilmastus voidaan periaatteessa toteuttaa joko suoraan tai epäsuoraan. Suorassa ilmastuksessa happi liuotetaan veteen johdetuista ilma- tai happikuplista. Epäsuorassa ilmastuksessa järven vesimassa saatetaan mekaanisesti pystysuoraan kierto- liikkeeseen, ja happi liukenee veteen pinnan kautta ilmakehästä (25).

Tässä tapauksessa käytetään vesimassan hapettamiseen suomalaista Hydixor-menetelmää, joka perustuu suoran hapetuksen periaatteeseen. Menetelmässä alusvesi johdetaan putkella pinnan tuntumaan, jossa se painetaan yhdessä siihen syötettyjen kaasukuplien kanssa toisella putkella takaisin järveen. Nämä putket ovat nykyisin käytettävissä laitteissa sisäkkäin (25).

Hydixor-ilmastin pumpkaa vettä, jolloin ilma tulee mukaan pumppauksen seurauksena. Täten on mahdollista käsitellä hyvin suuria vesimääriä lyhyessä ajassa. Ilmastimen toiminta ja rakenne on esitetty kuvassa 18. Pienin vesisyvyys, jossa ilmastinta voidaan käyttää on noin 2,5 m.



Kuva 18. Hydixor-ilmastin ja sen toimintaperiaate (25).

5.4.3 Vaikutus veden happipitoisuuteen

Järven happitilannetta ja sen muutosta talviaikana tarkastellaan talven 1983-84 vesianalyysitulosten pohjalta. Havaintojen mukaan Nummijärvi meni täysin hapettomaksi järven pohjoisosassa 2,0 m:n syvyydellä jo tammikuun puolivälissä (liite 1) talvella 1984.

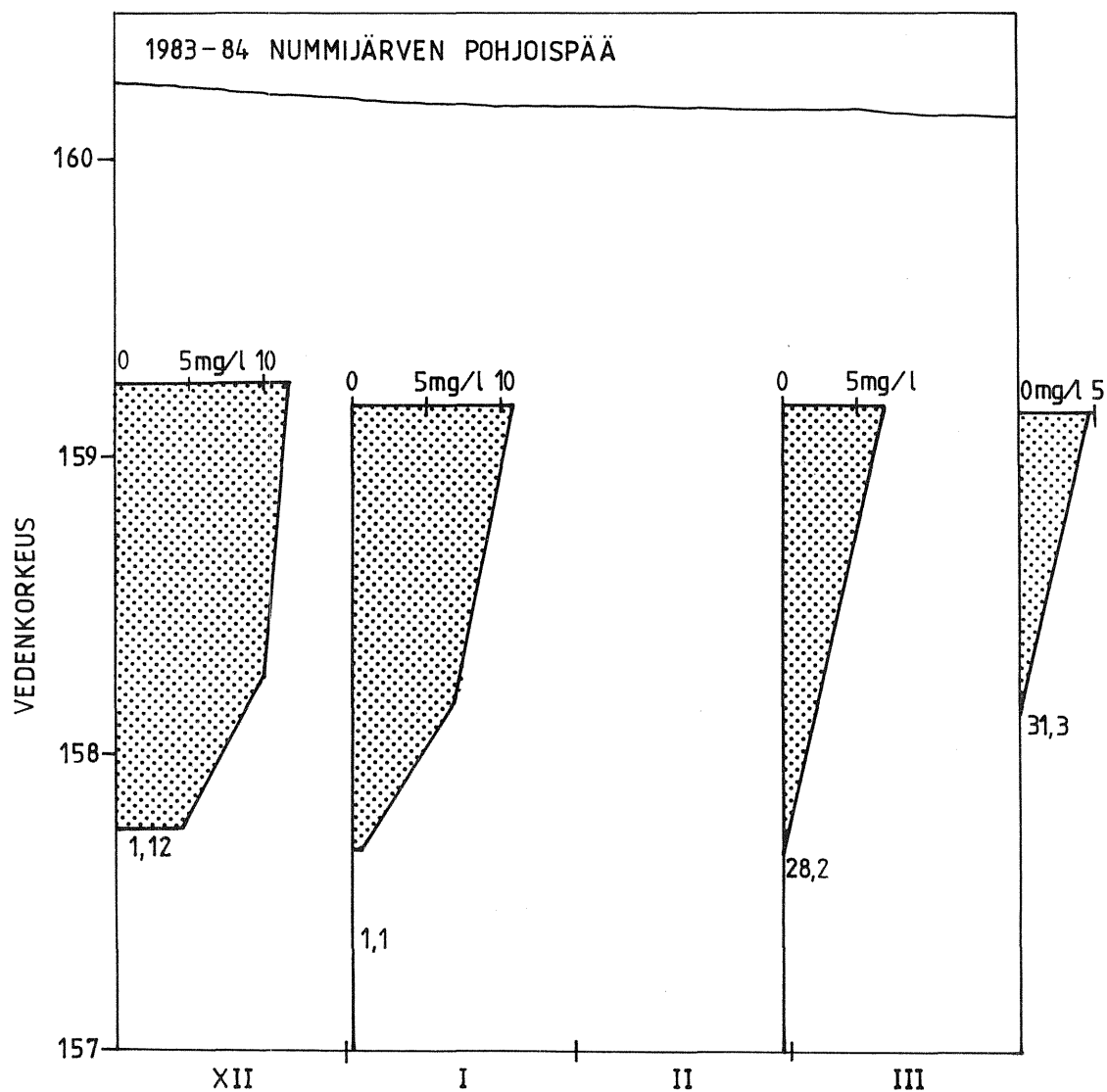
Järven happivaraston kulumista voidaan arvioida havaintoaseman happipitoisuuden muutoksesta eri vesikerroksissa. Kulunut happimäärä tietyssä vesikerroksessa saadaan kertomalla happipitoisuuden muutos vesikerroksen tilavuudella. Järvi jaettiin pystysuunnassa kolmeen kerrokseen havaittujen happipitoisuuksien syvyyden mukaan: 1,0 m, 2,0 m ja 2,5 m. Jos happipitoisuus meni nolleen tietyssä vesikerroksessa, arvioitiin hapen kulu-
van aikayksikössä lineaarisesti edellisten havaintojen mukaan.

Nummijärven vesitilavuus on keskimäärin talvella 8,5 milj. m³. Ilmastimilla ei hapeteta koko tilavuutta vaan noin 5,9 milj. m³. Nummijärven happivarasto oli syksyllä 1983 jäätymishetkellä marraskuun alussa 72 tn. Järven happivarasto oli maaliskuun lopussa 1984 laskelmien mukaan enää 2,2 tn. Keskimääräinen happipitoisuus oli tällöin 0,4 mg/l.

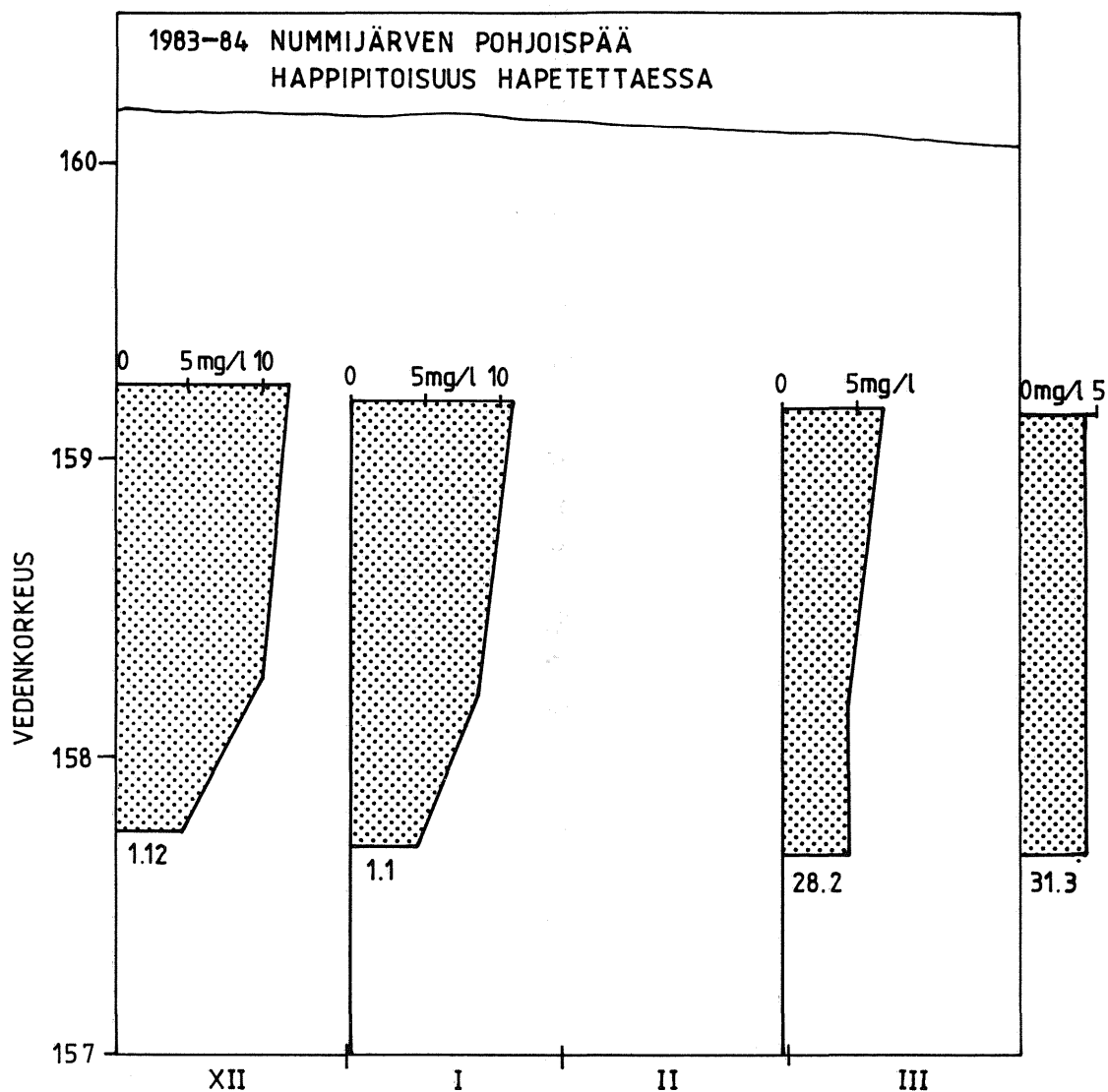
Kahden 15 kW:n Hydixor-ilmastimen vuorokaudessa veteen sekoittama happimäärä on yhteensä noin 200 kg/d. Jos järven hapetus aloitetaan joulukuun alussa ja lopetetaan maaliskuun lopussa, pumpattaisiin järveen happea koko käytön aikana 24 tn. Talven 1983-84 tilanteen mukaan olisi happivarasto ollut hapetettaessa järveä maaliskuun lopussa vielä 27 tn. Tämä on keskimääräisenä happipitoisuutena 4,6 mg/l. Näin ollen veden happipitoisuus olisi noussut noin 4 mg/l hapetuksen aikana.

Kun sedimentin yläpuolisen veden happipitoisuus alentuu tasolle 1 - 2 mg/l, alkaa sedimentti vaikuttaa jo vedenlaatuun. Jos happitilanne ei tulevana vuosina syksyllä huonone, saadaan hapettamalla järven happipitoisuus pysymään talviaikana riittävänä eli yli 2 mg/l.

Kuvassa 19 on esitetty Nummijärven happipitoisuuden kehitys talvella 1983-84 1,0 metristä 2,5 metriin järven pohjoispäässä. Kuvassa 20 on esitetty happipitoisuuden teoreettinen kehitys, jos järveä olisi hapetettu.



Kuva 19. Nummijärven happipitoisuuden kehitys talvella 1983-84 järven pohjoispäässä (1,0 m - 2,5 m).



Kuva 20. Nummijärven happipitoisuuden teoreettinen kehitys talvella 1983-84 järven pohjoispäässä, jos järveä olisi hapetettu (1,0 m - 2,5 m).

5.4.4 Tarvittava hapettamisaika ja hapettamisen seuranta

Nummijärven valuma-alueella olevien turvesoiden turvevarat riittävät nykyisen vuosituotannon mukaisella nostolla vielä 10 - 15 vuotta. Koska vesimassan hapettaminen ei periaatteessa poista järvestä hapetustarpeen aiheuttaneen ilmiön syytä, vaan kyseessä on menetelmä, jolla voidaan lähinnä tilapäisesti vaikuttaa järven tilaan, täytyy järveä hapettaa vähintään 15 vuotta. Kuormituksen loputtua täytyy järveä vielä hapettaa muutama vuosi, jos halutaan nopeuttaa järven tilan palautu-

mista ennen kuormitusta olleeseen tilaan. Näin ollen voidaan olettaa, että järveä tulisi hapettaa yhteensä noin 20 vuotta.

Veden laadun tarkkailuun käytetään havaintoasemina entisiä pisteitä, joista on havaintoja jo aikaisemmilta vuosilta sekä ilmastimien välissä olevaa pistettä. Ilmastimien etäisyys on noin 700 m (liite 6).

Vesinäytteet tulisi ottaa hapetuksen aikana viikon ja kesällä 1 - 2 kk välein. Tärkeimpinä havaintoparametreina ovat lämpötila ja happipitoisuus. Näillä parametreilla voidaan arvioida sekä ilmastusta että kierrätystä.

Ensimmäisen talven ja kesän tulosten perusteella tulisi päättää, jatketaanko hapetusta seuraavina vuosina samoilla laitteilla. Jos hapetus ei onnistu Hydixor-ilmastimilla, voitaisiin hapetusta kokeilla Mixox-laitteistolla. Siinä on toimintaperiaatteena johtaa hapellista päällysvettä alusveteen.

5.5 KALANISTUTUS

Nummijärven kalataloudellista arvoa voidaan kohottaa lisäämällä siian istutusta. Järveen istutetaan siikalaji, planktonsiika, joka syö eläinplanktonia. Järvessä on nykyisin runsaasti isokokoista planktonia, jota ei käytä hyväksi järven muu eliöstö tai kalalaji. Planktonsiian istutuksella pyritään nopeaan energian siirtoon perustuotannosta kalastoon.

Planktonsiikaa tulisi istuttaa järveen ensimmäisenä vuonna 30 kpl/ha eli yhteensä 15 500 kpl. Jos istutus onnistuu tällä lajikkeella, määrää voidaan pienentää seuraavina vuosina 15 kpl/ha eli noin 8 000 kpl/a. Koska kanta ei uudistu luontaisesti järvessä, täytyy kantaa ylläpitää istuttamalla. Istukas täytyy olla hyvä laadultaan ja sen pituus olla noin 10 cm.

Istutuksen tuloksia voidaan seurata saalistilastojen merkintöjen avulla. Siian kasvu heikkenee vuosittain, mikäli istutus-tiheys ja istutettavien kalojen määrä ovat järven eläinplankton-tuotantoon verrattuna liian suuri ja kalastus tehotonta.

Jos planktonsiika ei menesty hyvin järvessä, voidaan istuttaa myös peledsiikaa. Istutettavat määrät voivat olla samat ja istukkaan pituus sama kuin edellä mainitulla lajilla.

6. NUMMIJÄRVEN VESITASE

Tässä työssä käytettiin tekniikan lisensiaatti Veikko Perttusen suunnittelemaa ohjelmaa (liite 3) kahden perättäisen altaan vedenkorkeuksien laskemiseen. Ohjelmaa varten tarvittiin kaksi erilaista lähtötiedostoa. Ne tehtiin kohdassa 6.1 esitettävien lähtötietojen avulla.

Vesitaselaskelmia varten valittiin tarkasteluajaksi 1.10.1963 - 31.12.1982. Ohjelmateknisistä syistä alkaa laskentajakso vuonna 1963 vasta lokakuusta.

6.1 VESITASEEN LASKEMISEEN TARVITTAVAT LÄHTÖTIEDOT

6.1.1 Tilavuus ja pinta-alatiedot sekä purkautumiskäyrä

Vedenkorkeuslaskelmia varten taulukoitiin Nummijärven ja Ylimysjärven pinta-ala- ja tilavuuskäyrät 10 cm välein lähtötiedostoksi. Myös Nummijärven purkautumiskäyrä taulukoitiin 10 cm välein.

Lähtötietoihin tarvittiin lisäksi Ylimysjärven valuma-alue ilman järveä $12,85 \text{ km}^2$ sekä Nummijärven valuma-alue ilman Ylimysjärven valuma-aluetta ja järveä $29,54 \text{ km}^2$. Alkuarvotiedosto on esitetty liitteessä 4.

6.1.2 Valuma

Tulovirtaamaa Ylimysjärveen ja Nummijärveen ei ole mitattu laskentajakson aikana. Järvien tulovirtaamat laskettiin vertailuvesistöjen avulla. Vertailuvesistöt on valittu seuraavalla

perusteella: pyrittiin löytämään kaksi Nummijärven kaltaista valuma-aluetta, joista toinen edustaisi suurinta mahdollista Nummijärveen tulevaa virtaamaa ja toisen alueen valumien arvoista saataisiin alaraja tulovirtaamille.

Valuma-alueiksi valittiin vesihallituksen hydrologian toimiston pienistä valuma-alueista Pahkaoja (pato n:o 93) ja Kuikkisenoja (pato n:o 94) (26). Kuikkisenoja edustaa suurinta mahdollista Nummijärveen tulevaa virtaamaa ja Pahkaoja alarajaa tulovirtaamille. Taulukossa 9 on vertailua varten kerätty Nummijärven alueen, Pahkaojan ja Kuikkisenojan alueen ominaisuuksia kuvaavia tietoja.

Taulukko 9. Nummijärven, Pahkaojan ja Kuikkisenojan ominaisuuksia kuvaavia tietoja.

Alue	Maan käyttöosuudet					Ylin piste merenpinnasta (m)
	Järvisyys (%)	Ala (km ²)	Pelto (%)	Suo (%)	Kangasmetsä (%)	
Nummijärvi	12	48,1	9	62	19	190
Pahkaoja	-	23,3	2	53	43	202
Kuikkisenoja	-	8,05	31	22	47	28

Laskentajaksona käytettiin yleensä 5 vuorokautta. Kun valuma oli kaksi kertaa suurempi kuin keskivaluma, jaksena käytettiin yhtä vuorokautta. Pahkaojan valuman painokertoimena on käytetty 0,95 ja Kuikkisenojan 0,05. Kertoimet on saatu kokeilemalla kahta kerrointa, joiden summa on yksi, kunnes ohjelmalla laskettut Nummijärven vedenkorkeudet parhaiten vastasivat vuosina 1972-77 havaittuja vedenkorkeuksia. Kun kertoimet oli löydetty, saatiin laskettua Nummijärven luonnontilaiset vedenkorkeudet koko laskentajaksolle 1963-82.

6.1.3 Sadanta järveen

Sadantaa Nummijärven läheisyydessä mitataan viidellä sadeasemalla (27), joiden sijainti ja ajanjakso päivittäisistä sadehavainnoista laskentajakson aikana on esitetty taulukossa 10.

Taulukko 10. Nummijärven läheisyydessä sijaitsevien sade-
asemien karttakoordinaatit ja laskentajakson
aikana (1963-1982) saatavissa olevat päivit-
täiset sadehavainnot.

Sadeasema	Leveyskoordi- naatti		Pituuskoordi- naatti		Päivittäiset sadehavainnot
	aste	min.	aste	min.	
Kauhajoki:					
Nummijärvi	62	17	22	26	-
Karvia	62	08	22	33	1963-1969
Kihniö:					
Kankari	62	11	23	05	1970-1976
Mouhijärvi:					
Selkee	61	31	22	59	1977-1978
Karvianjoki:					
Vatajankoski	61	55	22	13	1979-1982

Päivittäisiä havaintoja laskentajakson aikana suoraan järveen tulevasta sadannasta ei ollut käytettävissä. Nummijärven havaintoaseman kuukausisadantasummien avulla korjattiin alueen läheisyydessä sijaitsevien asemien päivittäisiä arvoja kuukausisadantasummien suhteesta saadulla kertoimella. Näin saatiin suoraan järveen tulevat päivittäiset sadannat, joita korjattiin vielä taulukossa 11 esitetyllä kertoimella (14) seuraavasti:

$$P = K_1 \cdot P_m, \text{ jossa}$$

P = todellinen sadanta (mm)
 P_m = mitattu sadanta (mm)
 K_1 = korjauskertoimen

Taulukko 11. Sadannan ja haihdunnan korjauskertoimet Nummijärven nettohaihduntaa laskettaessa eri kuukausina.

Kuukausi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Sadantakerroin	1,42	1,43	1,40	1,25	1,12	1,07	1,06	1,06	1,07	1,13	1,26	1,36
Haihduntakerroin					0,30	0,70	0,85	1,00	1,30	(1,30)		

6.1.4 Haihdunta järvestä

Allashaihdunnan määrittämisellä on järven vesitaseen kannalta usein tärkeä merkitys. Nummijärvestä tapahtuvaa haihduntaa ei mitattu tämän tutkimuksen aikana. Haihduntaa järvestä arvioitiin Ylistaron (leveys $62^{\circ} 56'$, pituus $22^{\circ} 30'$) koeasemalla Class A-astiasta laskentajakson aikana havaittujen mittausten perusteella. Päivittäisiä havaintoja korjattiin taulukossa 11 esitetyllä kertoimella seuraavasti:

$$E = K_2 \cdot E_Y, \text{ jossa}$$

E = todellinen haihdunta (mm)
 E_Y = Ylistaron haihdunta-arvot (mm)
 K_2 = korjauskerroin

6.1.5 Jäätiedot

Tietoja jään paksuudesta, jäätymisestä ja jään sulamisesta tarvittiin, kun haluttiin talviaikana erottaa jäävarasto ja varsinainen vesivarasto. Jääpeitteen syntyminen, kasvu ja sulaminen laskettiin pakkas- ja lämpösummien avulla. Jäätietojen lähtötietoina käytettiin Lappajärven lahtien havaintoja.

6.2 VESITASEEN LASKEMINEN

6.2.1 Tulovirtaama

Järviin tuleva virtaama saatiin kaavasta (6):

$$Q_t = \frac{F (0,95 \cdot Q_P + 0,05 \cdot Q_K)}{1000}, \text{ jossa} \quad (6)$$

F = järven valuma-alue ilman järveä (km^2)

Q_P = Pahkaojan valuma ($1/\text{s} \cdot \text{km}^2$)

Q_K = Kuikkisenojan valuma ($1/\text{s} \cdot \text{km}^2$)

Q_t = järveen tuleva virtaama ympäristöstä (m^3/s)

Järvien nettotulovirtaama laskettiin varastoyhtälöstä (7) (13):

$$Q_t = Q_p + A_W \frac{\Delta W}{T} - \left(\frac{P - E}{86,4} \right) \cdot A_H \quad (7)$$

Q_t = nettotulovirtaama (m^3/s)

Q_p = menovirtaama jakson aikana luusuassa (m^3/s)

ΔW = altaan vedenkorkeuden muutos jakson aikana (m)

A_W = altaan pinta-ala keskiveden korkeudella (m^2)

T = laskentajakson pituus (s)

P = sadanta järven pinnalle jakson aikana (mm)

E = haihdunta järven pinnalta jakson aikana (mm)

A_H = altaan pinta-ala keskiveden korkeudella (km^2)

6.2.2 Virtaama Ylimysjärvestä Nummijärveen

Ylimysjärven lasku-uoman, Ylimysluoman, pituus on 3,1 km. Järvien keskimääräisten vedenpintojen korkeusero on 2,1 m. Ylimysjärven luusuasta on tehty yksi virtaamamittaus ja vedenkorkeushavaintoja järvestä on tehty kaksi. Näiden tietojen perusteella yritettiin laskea Ylimysjärven purkautumiskäyräparvi vesihallituksen suunnitteleamalla epätasaisen virtaaman laskentaohjelmalla.

Ensiksi etsittiin sopivaa Manningin kertoimen arvoa, joka parhaiten vastaisi järvien vedenkorkeuden havaintopareja. Kertoimen arvoksi saatiin $M = 20$ ($n = 0,05$). Saatu kerroin on suositeltava uoman hydraulisten perusteiden mukaan. Koska vedenkorkeuden havaintopareja oli liian vähän, ei järvien vedenkorkeuksien riippuvuutta toisistaan saatu määritettyä. Laskelmissa käytettiin em. syystä yksiehtoista purkautumiskäyrää (kuva 6, sivu 8) kuvaamaan purkautumista Ylimysjärvestä Nummijärveen.

6.2.3 Vedenkorkeuksien laskeminen

Laskennan alkaessa oletettiin molemmille järville lähtövedenkorkeus. Tämän jälkeen laskettiin ensin varastoyhtälöllä Ylimysjärven vedenkorkeus. Nummijärven tulovirtaaman ja Ylimysjärvestä tulevan virtaaman avulla laskettiin Nummi-

järven vedenkorkeus varastoyhtälöllä. Tämän jälkeen tarkastettiin, aiheuttiko lasketun vedenkorkeuden ja oletetun vedenkorkeuden erotus muutoksia Ylimysjärven varastoyhtälön arvoihin. Jos muutoksia aiheutui, laskettiin uudelleen, tarkastettiin, kunnes iterointi oli tehty. Jos muutoksia ei aiheutunut, siirryttiin seuraavaan jaksoon (20).

6.2.4 Eri vuodenaikojen ottaminen huomioon vesitase-laskelmissa

Hydrologisesti vuosi jaettiin neljään eri kauteen. Kausi 1 alkoi jääpeitteen syntymishetkestä. Tällöin varastoyhtälössä otettiin huomioon jäävaraston aiheuttama vähennys vesivaraan. Sadanta järveen laskettiin jään päälle kertyväksi lumivarastoksi. Kauden 1 viimeinen jaksomerkittiin tilanteeksi 0. Sen merkitys oli ohjelmatekninen. Kautta 2 voidaan kutsua lumivaraston sulamiseksi. Se määritettiin alkavaksi siitä hetkestä, jolloin valuma-arvo keväällä ylitti pitkäaikaisen vuorokausivaluman keskiarvon. Kausi 2 määritettiin loppuvaksi valuntahuipun jälkeisen jakson lopussa. Tilanteen 0 ja kauden 2 väliin merkittiin tiedostoon kauden 2 aikainen valumasumma. Kauden 2 aikana suora sadanta järveen otettiin mukaan tulovirtaamaan ja sen lisäksi lumivarasto sulatettiin mukaan tulovirtaamaan valuma-arvojen suhteessa. Jäävarastovähennys otettiin edelleen huomioon, kuten myös kaudessa 3, joka ajoitettiin kauden 2 loppumisesta, valuntahuipusta, jään sulamiseen asti. Kausi 4 oli avovesikausi. Tällöin laskenta tapahtui normaalilla tavalla varastoyhtälön avulla (20).

6.2.5 Tulosten tarkastelua

Vertailuvesistöjen avulla tapahtuvalla tulovirtaaman arvioinnilla ei koskaan voida saavuttaa täysin tarkkoja tuloksia. Vertailu havaittuihin Nummijärven vedenkorkeuksiin osoittaa kuitenkin, että tulvan ajoitus osuu hyvin kohdalleen ja tulva-huipun vedenkorkeuden laskemisessakin on virhe pienehkö. Kesä-ajan ja syksyn vedenkorkeudet poikkeavat myös jonkin verran havaituista arvoista. Eniten poikkeavat lasketut vedenkorkeudet

havaituista korkeuksista talvisin (tammikuu - maaliskuu). Tämä virhe aiheutuu luultavasti siitä, että järvi purkautuu eri tavalla sen ollessa jäätyneenä.

Liitteessä 5 on esitetty graafisesti lasketut päivittäiset vedenkorkeudet.

6.3 VESITASE TULEVASSA TILANTEESSA

6.3.1 Vedenpinnan nosto pohjapadolla

Säännöstelyä suunniteltaessa tulee vesistön eri käyttömuodot ottaa huomioon. Tässä tapauksessa virkistys- ja kalastuskäyttö ovat tärkeässä asemassa, koska vedenpinnan nostolla pyritään lähinnä näiden tekijöiden parantamiseen. Lisäksi pyritään Nummijokeen juoksuttamaan $0,100 \text{ m}^3/\text{s}$ - $0,200 \text{ m}^3/\text{s}$ virtaamaa kalanviljelylaitosten vuoksi. Virkistys- ja kalastuskäytön tarpeet toteutetaan parhaiten pitämällä vedenpinnan korkeusvaihtelut mahdollisimman pienenä avovesikautena.

Vedenkorkeutta säännöstellään kiinteällä padolla. Tutkittavana on ollut kaksi erilaista pohjapatoa. Vaihtoehdossa 1 on padon harjan yläreunassa keskellä $1,0 \text{ m}$ leveä ja $0,30 \text{ m}$ syvä aukko virtaaman säilymiseksi arvossa $0,100 \text{ m}^3/\text{s}$ Nummijokeen. Vaihtoehdossa 2 on padon alareunassa pyöreä putki, josta maksimivirtaama jokeen on $0,200 \text{ m}^3/\text{s}$. Molempien patojen harja on korkeudella $N_{43} + 160,50$. Harjan pituus on virtauksen poikkisuunnassa vaihtoehdossa 1 $10,0 \text{ m}$ ja vaihtoehdossa 2 $8,0 \text{ m}$.

Täydellisessä ylisyoisyssä padon purkautumista arvioitiin Polenin kaavalla (8):

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}, \quad \text{jossa} \quad (8)$$

Q = virtaama

μ = purkautumiskerroin

b = padon harjan pituus virtauksen poikkisuunnassa

h = yläveden korkeus padon harjan tasosta lukien

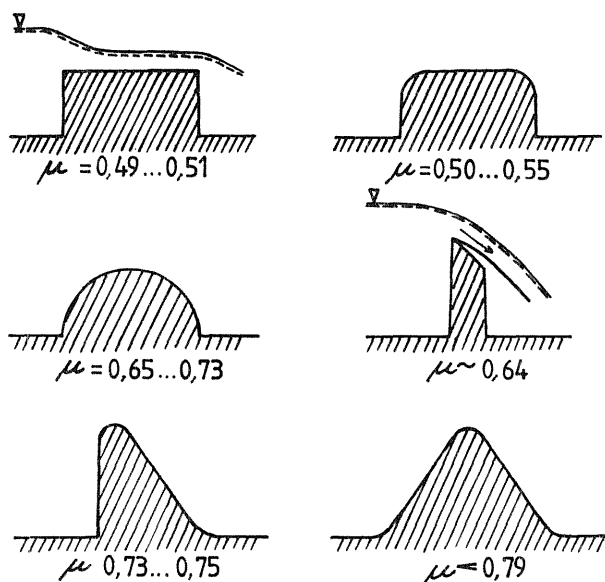
Polenin kaava on yksinkertaistettu Bernoullin yhtälöstä johdetusta Weisbachin patokaavasta (9):

$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \left[\left(h + \frac{v^2}{2g} \right)^{3/2} - \left(\frac{v^2}{2g} \right)^{3/2} \right] \quad (9)$$

v = virtausnopeus ylävirran puolella ennen patoa

Polenin kaava antaa Weisbachin kaavan mukaisia tuloksia, kun v on pieni. Jos v on suuri, ovat padon kautta purkautuvat virtaamat todellisuudessa jonkin verran suuremmat kuin Polenin kaavalla laskettaessa.

Purkautumiskertoimen μ arvo riippuu padon muodosta. Padon harjan kohdalla laskee vedenpinta rajasyvyyteen. Jos tämä otetaan huomioon μ :ssä saadaan teräväreunaiselle ylisyoäksylle arvoksi 0,81, joka on teoreettinen maksimi. Kuvassa 21 on esitetty purkautumiskertoimia erilaisille ylisyoäksypatotyypeille.



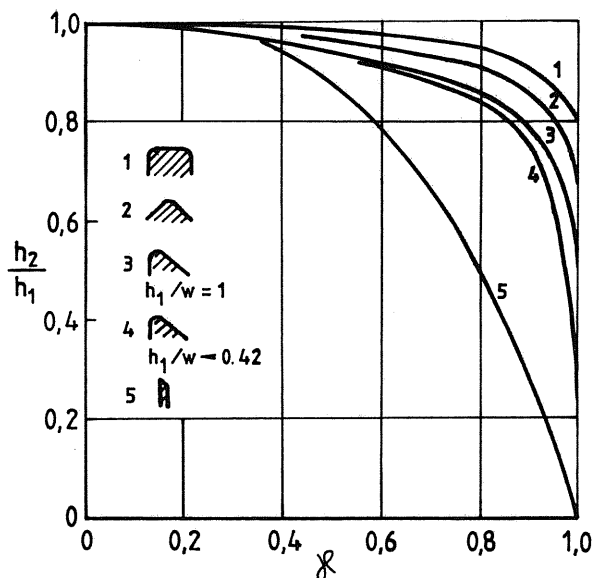
Kuva 21. Purkautumiskertoimia eri ylisyoäksypatotyypeille (8).

Laskelmissa käytettiin purkautumiskertoimen arvoa $\mu = 0,50$.

Polenin kaava (8) pätee vain täydelliselle ylisyöksylle, jolloin padon harja on alavedenkorkeutta ylempänä. Alaveden vaikutus otetaan huomioon korjauskertoimella \mathcal{K} , johon vaikuttavat ala- ja yläveden suhde ja padon korkeus alaveden puolella. Virtaama padossa on tällöin kaavan (10) mukainen.

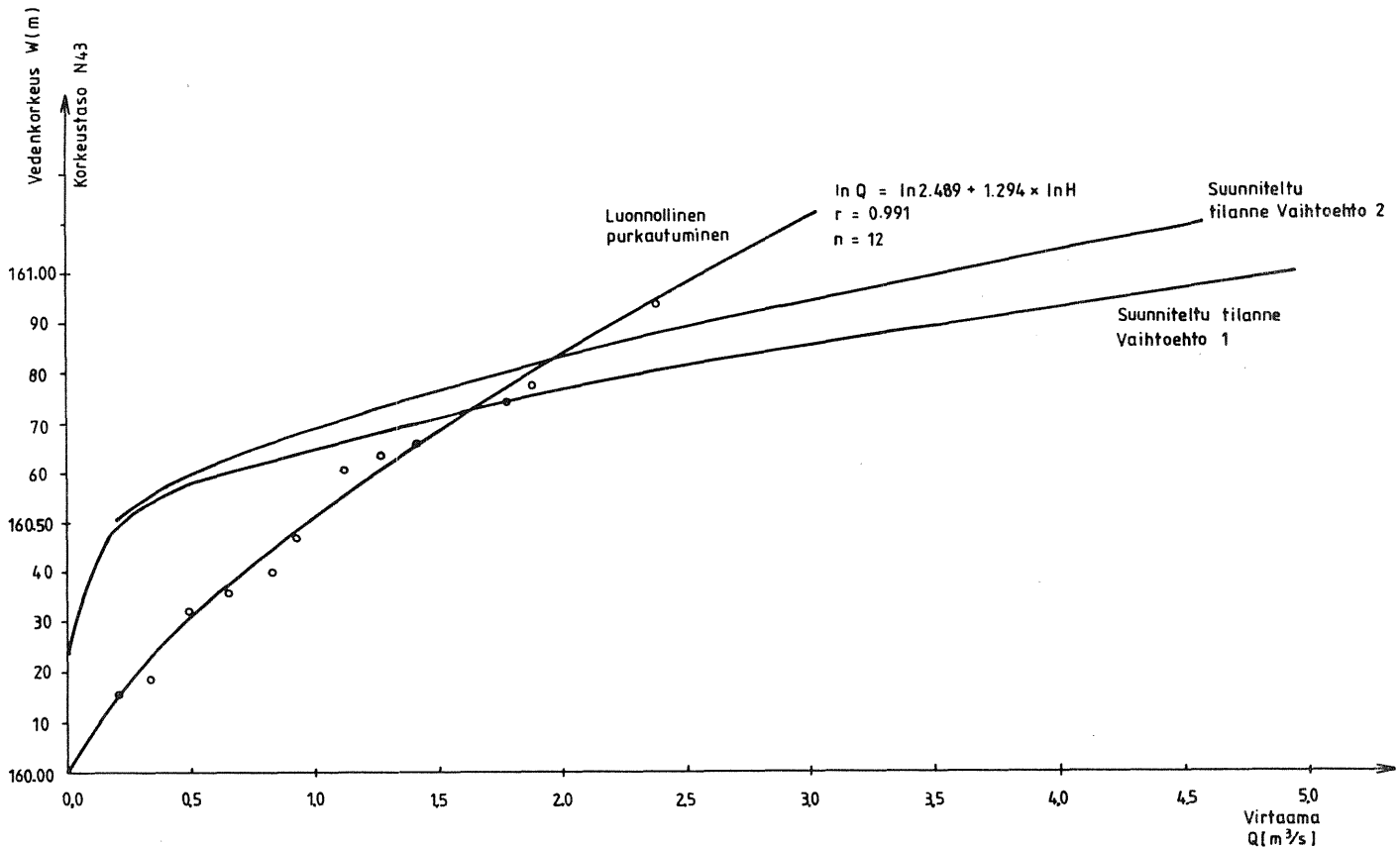
$$Q = \mathcal{K} \cdot \frac{2}{3} \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h_1^{3/2} \quad (10)$$

Kerroin \mathcal{K} saadaan kuvan 22 käyrästä. Suhde h_2/h_1 on tässä tapauksessa 0,63.



Kuva 22. Alaveden vaikutus erimuotoisissa padoissa (8).

Padon purkautumiskäyrä laskettiin täydellisen ylisyöksyn mukaan niin pitkälle, kunnes veden pinta nousi lasku-uomassa purkautumiskäyrän mukaan padon harjan tasolle. Sen jälkeen laskettiin padon purkautumiskyky ottamalla huomioon alaveden korkeus. Pohjapatojen purkautumiskäyrät on esitetty kuvassa 23.



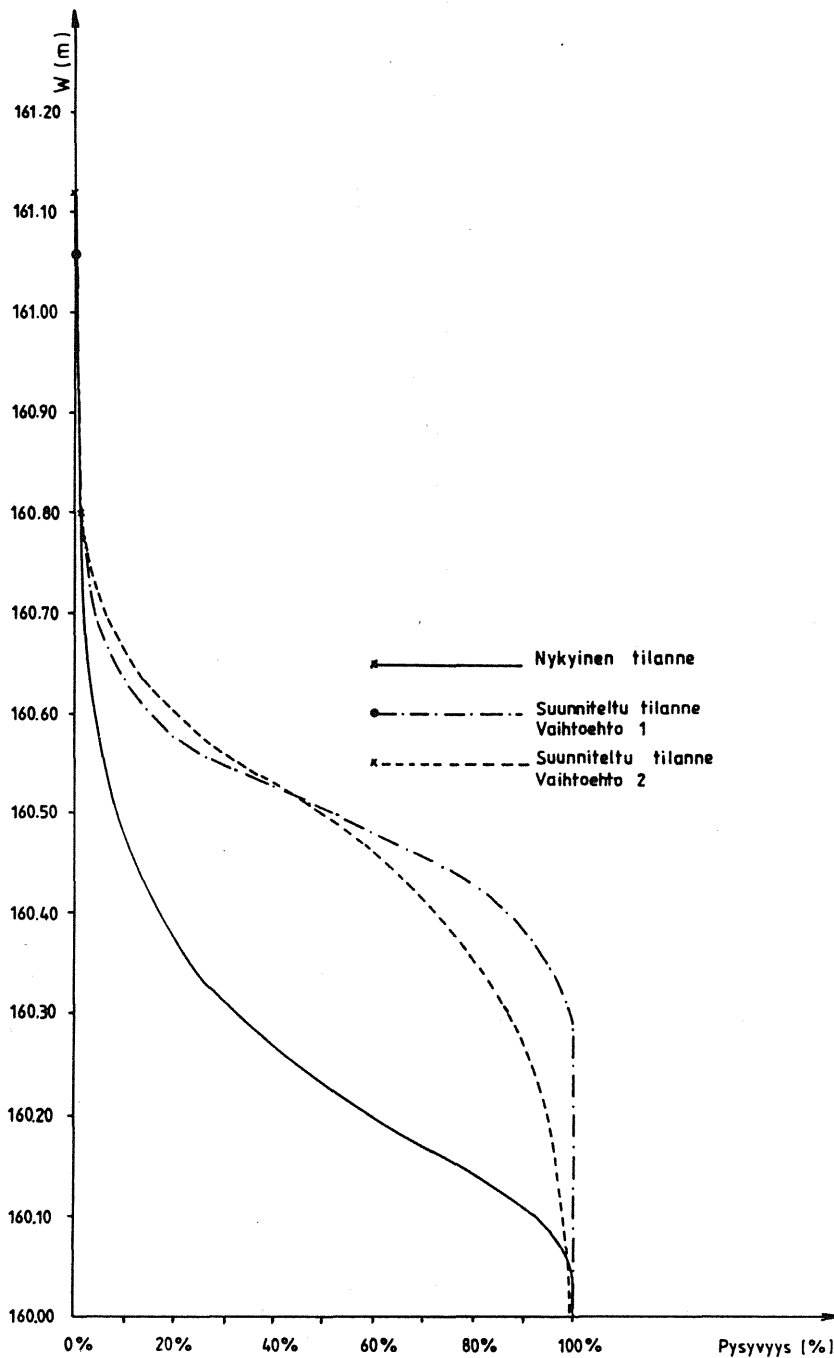
Kuva 23. Nummijärven luonnollinen purkautumiskäyrä ja eri pohjapatojen purkautumiskäyrät. Vaihtoehdossa 1 on padon harjan pituus 10,0 m ja leveys 0,50 m. Sen harjan yläreunassa on keskellä 1,0 m leveä ja 0,30 m syvä aukko. Vaihtoehdossa 2 on padon harjan pituus 8,0 m ja leveys 0,50 m. Padon alareunassa on pyöreä putki 0,200 m³/s minimivirtaamaa varten.

6.3.2 Vedenkorkeuksien ja virtaamien muuttuminen

Laskettaessa pohjapadon vaikutusta Nummijärven vedenkorkeuksiin korvattiin laskentaohjelmassa luonnollinen purkautumiskäyrä padon purkautumiskäyrän arvoilla.

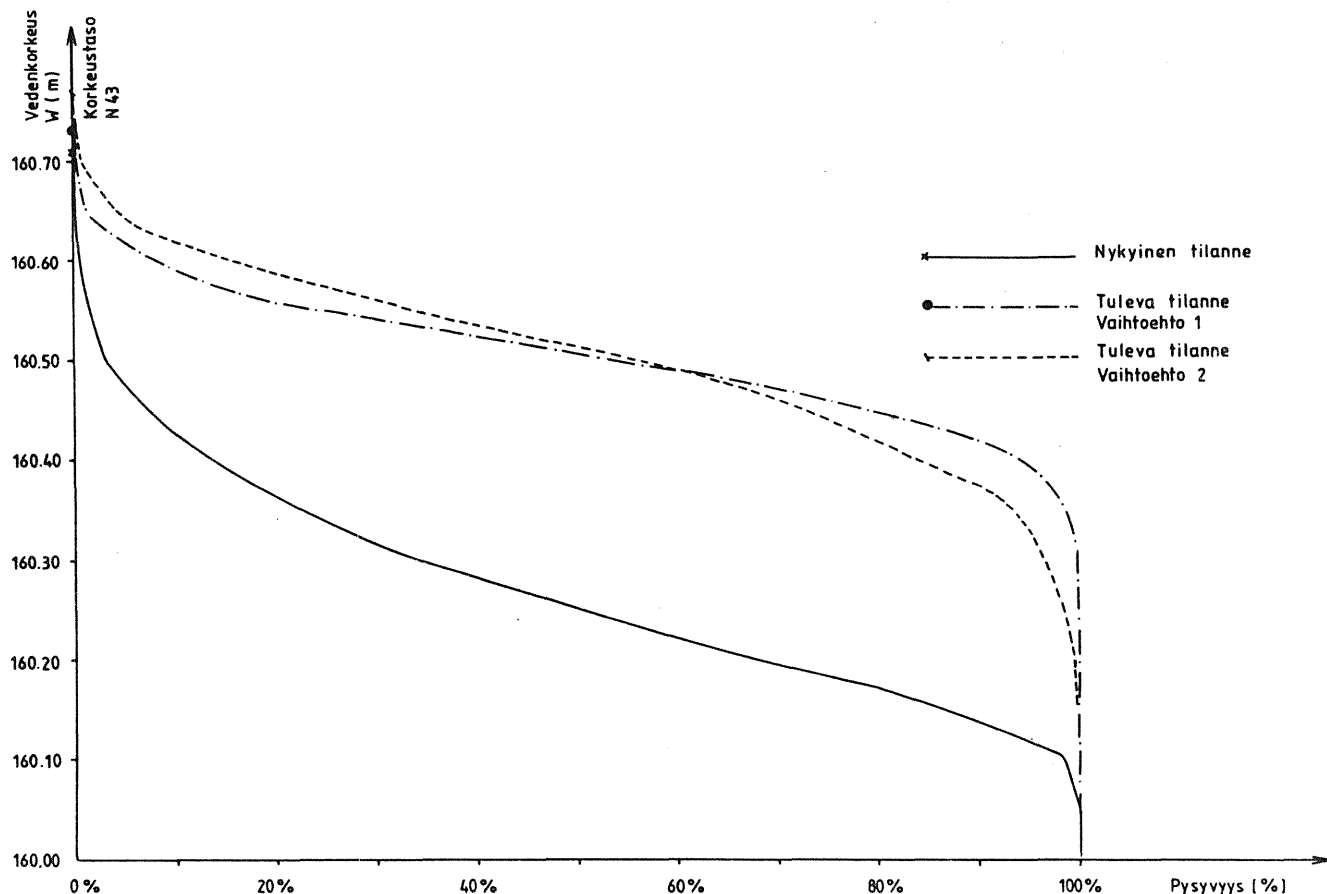
Vedenkorkeudet muuttuvat luonnontilaisesta järveä säännösteltäessä. Ne nousevat kevättulvan aikana yleensä molemmissa vaihtoehtoisissa korkeammalle kuin luonnontilassa. Kuitenkin vaihtoehdossa 1 saadaan laskentajakson korkeimpien tulvahuippujen vedenkorkeuksia alennettua vuonna 1977 3 cm ja vuonna 1982 5 cm. Liitteessä 5 on esitetty nykyiset ja tulevat päivittäiset

vedenkorkeudet graafisesti. Koko laskentajakson nykyiset ja tulevat vedenkorkeuden pysyvyyydet on esitetty kuvassa 24.



Kuva 24. Nummijärven vedenkorkeuden pysyvyyskäyrät eri vaihtoehtoisissa (1963-82). Vaihtoehdossa 1 on padon harjan pituus 10,0 m ja leveys 0,50 m. Sen harjan yäreunassa on keskellä 1,0 m leveä ja 0,30 m syvä aukko. Vaihtoehdossa 2 on padon harjan pituus 8,0 m ja leveys 0,50 m. Padon alareunassa on pyöreä putki $0,200 \text{ m}^3/\text{s}$ minimivirtaamaa varten.

Kesäaikaiset vedenkorkeudet tulevat nousemaan alimmasta korkeudesta vaihtoehdossa 1 25 cm ja vaihtoehdossa 2 10 cm ja keskimäärin ensiksi mainitussa tapauksessa 25 cm ja jälkimmäisessä 26 cm. Kuvassa 25 on kesäaikaisen vedenkorkeuden pysyvyyskäyrät.



Kuva 25. Nummijärven kesäaikaisen (kesä-elo) vedenkorkeuden pysyvyyskäyrät eri vaihtoehdoissa (1963-82). Vaihtoehdossa 1 on padon harjan pituus 10,0 m ja leveys 0,50 m. Sen harjan yläreunassa on keskellä 1,0 m leveä ja 0,30 m syvä aukko. Vaihtoehdossa 2 on padon harjan pituus 8,0 m ja leveys 0,50 m. Padon alareunassa on pyöreä putki $0,200 \text{ m}^3/\text{s}$ minimivirtaamaa varten.

Kevättulvien aikana kasvavat menovirtaamat luonnontilaisesta laskentajakson 1963-82 aikana. Taulukossa 12 on esitetty laskentajakson suurin ylivirtaama ja keskiylivirtaama luonnontilassa ja eri patovaihtoehdoissa sekä ylivirtaamien muuttuminen.

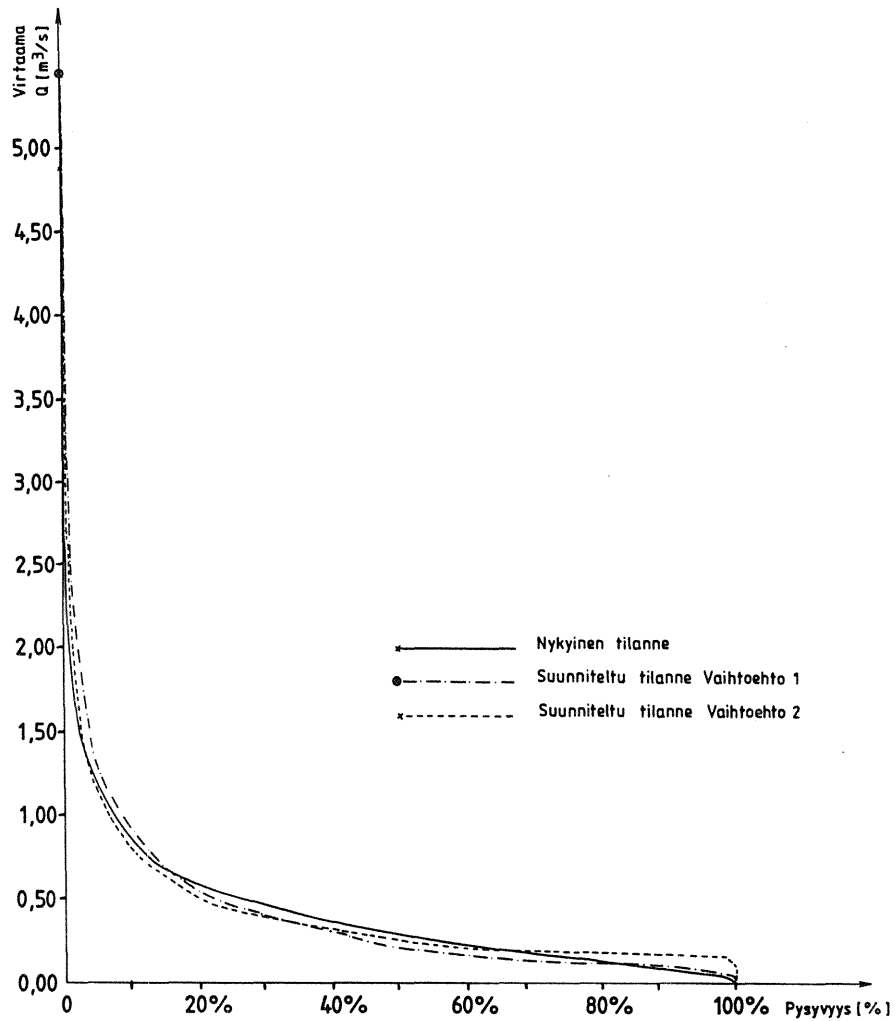
Taulukko 12. Nummijärven suurin ylivirtaama ja keskiylivirtaama luonnontilassa ja eri patovaihtoehtoissa sekä ylivirtaamien muutokset (1963-82).

Vaihtoehto	HQ (m^3/s)		MHQ (m^3/s)	
	Suurin 1963-82	kasvu	1963-82	kasvu
Luonnontila	2,970		1,850	
1	5,450	2,480	2,750	0,900
2	4,880	1,910	2,160	0,310

Koko laskentajakson menovirtaaman pysyvyyskäyrät on esitetty kuvassa 26.

Kesäajan alin virtaama laskentajaksolla 1963-82 kasvaa luonnontilaisesta $0,040 \text{ m}^3/\text{s}$ vaihtoehdossa 1 $0,060 \text{ m}^3/\text{s}$ ja vaihtoehdossa 2 $0,200 \text{ m}^3/\text{s}$. Keskimäärin virtaamat kuitenkin pienenevät luonnontilaisesta $0,420 \text{ m}^3/\text{s}$ vaihtoehdossa 1 $0,240 \text{ m}^3/\text{s}$ eli $0,180 \text{ m}^3/\text{s}$ ja vaihtoehdossa 2 $0,260 \text{ m}^3/\text{s}$ eli $0,160 \text{ m}^3/\text{s}$.

Suurimpia ylivirtaamia Nummijokeen voitaisiin pienentää lisäämällä järven varastotilaa keväällä ennen tulvia. Riittävä, noin 20 cm varastotila, saataisiin juoksuttamalla pohjapadon kautta noin $1 \text{ m}^3/\text{s}$ vettä kahden viikon ajan huhtikuun alusta lähtien. Juoksutus voidaan toteuttaa esimerkiksi rakentamalla pohjapatoon avattava ja suljettava lisäputki. Vettä pitäisi juoksuttaa vain runsaslumisina talvina, kun lumen vesi-arvo on yli 130 mm.



Kuva 26. Nummijärven menovirtaaman pysyvyyskäyrät eri vaihtoehdoissa (1963-82). Vaihtoehdossa 1 on padon harjan pituus 10,0 m ja leveys 0,50 m. Sen harjan yläreunassa on keskellä 1,0 m leveä ja 0,30 m syvä aukko. Vaihtoehdossa 2 on padon harjan pituus 8,0 m ja leveys 0,50 m. Padon alareunassa on pyöreä putki 0,200 m³/s minimivirtaamaa varten.

Taulukossa 13 on esitetty Nummijärven vedenkorkeuden ja menovirtaaman vuosittaiset keski- ja ääriarvot nykyisessä ja tulevassa tilanteessa.

Taulukko 13. Nummijärven vedenkorkeuden ja virtaaman vuosittaiset keski- ja ääriarvot nykyisessä ja tulevassa tilanteessa (1964-82).

Vuosi	Nykyinen tilanne						Vaihtoehto 1						Vaihtoehto 2					
	HW	MW	NW	HQ	MQ	NQ	HW	MW	NW	HQ	MQ	NQ	HW	MW	NW	HQ	MQ	NQ
	160 (m) +				(m ³ /s)		160 (m) +				(m ³ /s)		160 (m) +				(m ³ /s)	
1964	,51	,19	,06	1,00	0,23	0,04	,68	,46	,32	1,28	0,23	0,05	,66	,39	,10	0,82	0,23	0,15
1965	,86	,28	,11	2,23	0,43	0,06	,92	,52	,39	3,82	0,44	0,10	,94	,52	,27	2,95	0,44	0,19
1966	,67	,24	,05	1,44	0,34	0,02	,79	,48	,30	2,31	0,34	0,04	,73	,44	,04	1,24	0,34	0,12
1967	,59	,28	,07	1,20	0,42	0,04	,72	,51	,34	1,63	0,42	0,07	,74	,50	,18	1,31	0,42	0,19
1968	,75	,22	,08	1,73	0,32	0,05	,86	,47	,34	3,08	0,31	0,07	,84	,40	,21	2,13	0,34	0,19
1969	,70	,23	,05	1,52	0,32	0,03	,78	,47	,30	2,17	0,33	0,04	,79	,35	,17	1,69	0,33	0,19
1970	,64	,19	,05	1,35	0,24	0,03	,79	,45	,31	2,29	0,24	0,04	,68	,32	,00	0,93	0,23	0,10
1971	,87	,25	,10	2,25	0,37	0,06	,92	,50	,38	3,78	0,37	0,10	,92	,43	,15	2,82	0,35	0,18
1972	,79	,28	,12	1,87	0,44	0,10	,81	,53	,42	2,52	0,46	0,13	,87	,52	,34	2,35	0,46	0,19
1973	,57	,27	,13	1,15	0,39	0,11	,71	,52	,42	1,55	0,37	0,13	,76	,52	,37	1,45	0,38	0,19
1974	,74	,37	,16	1,69	0,63	0,16	,82	,58	,47	2,63	0,65	0,16	,87	,60	,44	2,37	0,65	0,20
1975	,65	,29	,11	1,37	0,43	0,07	,80	,53	,38	2,38	0,41	0,09	,85	,52	,30	2,13	0,41	0,19
1976	,66	,29	,14	1,40	0,42	0,13	,76	,54	,44	1,96	0,43	0,14	,81	,55	,42	1,83	0,43	0,20
1977	1,04	,32	,15	2,78	0,55	0,15	1,01	,55	,46	4,99	0,54	0,16	1,07	,57	,44	4,29	0,54	0,20
1978	,37	,20	,07	0,57	0,25	0,03	,61	,48	,33	0,71	0,25	0,06	,60	,44	,15	0,52	0,25	0,17
1979	,70	,26	,06	1,54	0,40	0,02	,80	,50	,31	2,38	0,40	0,05	,77	,48	,08	1,58	0,40	0,14
1980	,50	,28	,09	0,96	0,41	0,06	,70	,51	,34	1,37	0,37	0,07	,71	,49	,19	1,09	0,37	0,19
1981	,86	,36	,10	2,24	0,62	0,06	,91	,56	,36	3,76	0,63	0,08	,96	,55	,20	3,12	0,63	0,20
1982	1,12	,27	,10	2,97	0,43	0,07	1,07	,50	,38	5,45	0,43	0,09	,13	,47	,28	4,88	0,43	0,19
\bar{X}	MHW	160,73 m		MHQ	1,85 m ³ /s		MHW	160,83 m		MHQ	2,75 m ³ /s		MHW	160,84 m		MHQ	2,16 m ³ /s	
	MNW	160,05 m		MNQ	0,07 m ³ /s		MNW	160,36 m		MNQ	0,08 m ³ /s		MNW	160,22 m		MNQ	0,17 m ³ /s	

6.3.3 Viipymän muuttuminen

Nummijärven tilavuus keskiveden korkeudella $N_{43} + 160,27$ on $8,6 \text{ milj. m}^3$. Keskimääräinen vuosivalunta on alueella $8,9 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ (26). Järven valuma-alueen koko on ilman järveä $43,2 \text{ km}^2$. Näin ollen keskimääräiseksi vuosivalunnaksi saadaan

$$8,9 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 \cdot 43,2 \text{ km}^2 = 385 \text{ l/s.}$$

Järveen vuodessa tuleva vesimäärä on

$$0,385 \cdot 86\,400 \cdot 365 = 12,1 \text{ milj. m}^3.$$

Teoreettinen viipymä tilavuuden ja tulevan vesimäärän mukaan laskien on noin $0,7 \text{ a.}$

Veden noston jälkeen tulee järven tilavuudeksi noin $9,7 \text{ milj. m}^3$ vaihtoehdossa 1 korkeudella $N_{43} + 160,51$ sekä vaihtoehdossa 2 korkeudella $N_{43} + 160,48$ $9,6 \text{ milj. m}^3$.

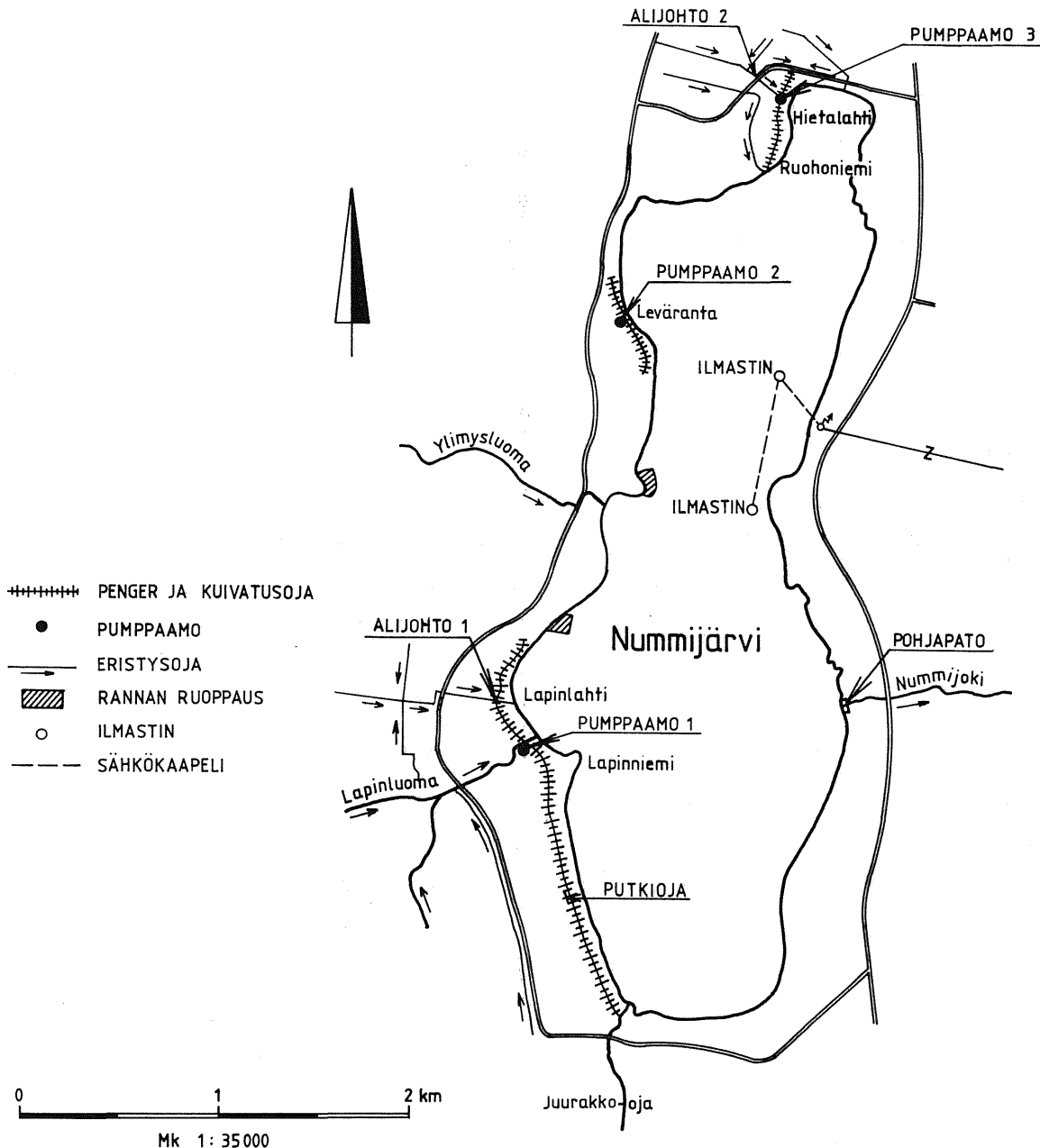
Veden teoreettiseksi viipymäksi tulee suunniteltujen toimenpiteiden jälkeen molemmissa vaihtoehdoissa noin $0,8 \text{ a.}$ Tämä merkitsee sitä, että viipymä järvestä kasvaa hieman luonnon-tilaan verrattuna.

Järven todellinen viipymä ei ole sama kuin teoreettisesti laskettu viipymä. Veden viipymä järven eri osissa ei ole aina sama, vaan se voi poiketa suurestikin riippuen virran kulusta, jonka taas määrää järvioltaan muoto sekä tulevan ja lähtevän virran sijainti.

7. T A R V I T T A V A T R A K E N T E E T J A M A A R A K E N N U S T Y Ö T

Suunnitelman toteuttamiseksi tarpeelliset työt ja rakenteet on merkitty $1:15\,000$ mittakaavaiseen karttaan (liite 6).

Eri työkohteista on maastotutkimusten pohjalta piirretty pituusleikkaukset 1 : 4 000 tai 1 : 2 000 ja poikkileikkaukset 1 : 100 tai 1 : 50. Niiden perusteella on laskettu kaivettavat tai siirrettävät kaivumaat. Kuvassa 27 on esitetty yleispiirros Nummijärven kunnostushankkeen toteuttamiseksi tarvittavista rakenteista ja maarakennustöistä.



Kuva 27. Yleispiirros Nummijärven kunnostushankkeen toteuttamiseksi tarvittavista rakenteista ja maarakennustöistä.

7.1 ERISTYSOJAT

7.1.1 Eteläisen pengerrysalueen eristysojat

Järven länsipuolelle eteläosaan kaivetaan eristysoja 1 syventämällä nykyistä Nummilahden paikallistien vieressä kulkevaa metsän puoleista ojaa (liite 6). Ojan pituudeksi tulee 1 360 m ja pohjan leveydeksi 0,50 m. Luiskien kaltevuus vaihtelee 1 : 1,25 - 1 : 1,5. Kaivumaita on laskettu tulevan 3 900 m³. Saatavia kaivumaita, etenkin moreenimaita, käytetään tulva-penkereiden rakentamiseen ja loput massoista levitetään ojan lähettyville. Paikallistien alittavat kaksi rumpua poistetaan ja talo- tai tilusteiden liittymiin tehdään ojaan yhteensä 7 kappaletta betoniputkirumpuja. Eristysoja 1 laskee Lapinluomaan.

Eristysoja 2 laskee Lapinluomaa pitkin Nummijärveen Lapinlahdessa (liite 6). Ojan pituus on 540 m, pohjan leveys 1,0 m ja luiskien kaltevuus 1 : 1,5. Kaivumaita on laskettu tulevan 1 500 m³. Kaivumaat pengerretään ojan reunaa pitkin kaltevuuteen 1 : 2. Nummilahden paikallistien alittava rumpu suurennetaan. Ojaan on tehtävä lisäksi 2 kappaletta betoniputkirumpuja, jotka tulevat vanhojen tilussiltojen paikoille.

Eristysoja 3 lähtee Nummilahden paikallistien länsipuolelta pellolta ja laskee Lapinlahden keskiosassa Nummijärveen (liite 6). Sen pituus on 1 100 m, ojan pohjan leveys 0,50 m ja luiskien kaltevuus 1 : 1,25. Ojaan on tehtävä viisi betoniputkirumpua ja sen alittava alijohto kuivatusojaa varten. Nummilahden paikallistien alitse menevä betoniputkirumpu siirretään ja rummun kokoa suurennetaan. Huvilatien vierestä saatavat kaivumaat nostetaan pellon puolelle penkereeksi ja luiskataan kaltevuuteen 1 : 2. Muualla massat levitetään pellolle. Kaivumaita on laskettu tulevan 2 700 m³.

Eristysoja 4 laskee eristysojaan 3 180 m:n päässä paikallistiestä länteen (liite 6). Ojan pituudeksi tulee 270 m ja sen pohjan leveys on 0,50 m. Luiskien kaltevuudet ovat 1 : 1,25. Kaivumaita tulee 900 m³ ja ne levitetään ojan vierelle

pellolle. Ojaan tehdään yksi betoniputkirumpu.

7.1.2 Pohjoisen pengerrysalueen eristysojat

Eristysoja 5 laskee Ruohoniemeeseen (liite 6) Nummijärven pohjoisosassa ja sitä perataan 600 m:n matkalla. Ojan pohjan leveys on 1,0 m, luiskien kaltevuus 1:1,25. Kaivumaita on laskettu tulevan 900 m³. Kaivumaista tehdään eristysojan alkupäässä 300 m:n matkalla eristysojan pellon puoleiselle reunalle tulvapenger. Sen luiskat muotoillaan kaltevuuteen 1:2. Muualla massat levitetään ojan lähetyville pellolle. Ojaan on tehtävä kolme betoniputkirumpua.

Hietalahteen järven länsipuolelle laskeva metsäoja (liite 6) perataan 300 m:n matkalla eristysojaksi 6. Sen pohjan leveys on 3,0 m ja luiskien kaltevuus 1:2. Kaivumaista, joita tulee 1 700 m³, tehdään ojan molemmille reunoille pengeri. Sen luiskat muotoillaan kaltevuuteen 1:2. Harjan leveydeksi tulee 1,0 m. Hietalahden yksityistien (liite 6) alittavat rummut asennetaan nykyistä syvemmälle.

Saranpäänevalta lähtevän eristysojan 7 (liite 6) pituudeksi tulee 550 m. Oja laskee järven pohjoisosassa Hietalahteen. Sen pohjan leveys on 0,50 m, luiskien kaltevuus 1:1,25. Kaivumaita tulee 1 300 m³. Saatavat kaivumaat levitetään ojan lähetyville ja lisäksi niillä täytetään eristysojasta lähtevät pelto-ojat muutaman metrin matkalla. Hietalahden yksityistien vieressä olevaa ojaa täytetään myös pellon puolelta muutaman metrin matkalla. Yksityistien alittava rumpu suurennetaan.

7.2 TULVAPENKEREET JA KUIVATUSOJAT

Peltojen peruskuivatuksen parantamiseksi rakennetaan järven länsirannalle etelä- ja pohjoisosaan tulvapenkereet. Pengerinja kulkee nykyisten rantatonttien takarajalla (liite 6) tai Nummijärven alueelle suunnitellun rantayleiskaavaehdotuksen mukaisten tonttien takarajalla. Korottamalla

huvilatonttien takarajalla olevia rannan suuntaisia teitä korkeudelle $N_{43} + 161,35$ estetään tulvavesien pääsy penkereen viereen kaivettavaan kuivatusojaan.

7.2.1 Pengerlinja 1

Länsirannan eteläosaan rakennettavan penkereen pituus on 1 400 m (liite 6). Vaaikutustulosten perusteella on piirretty 50 m välein penkereen poikkileikkaukset, joista on arvioitu penkereeseen tarvittavat massat. Liitteessä 7 on esitetty penkereiden tyyppipoikkileikkaukset.

Penkereen harja tulee korkeudelle $N_{43} + 161,65$, paitsi huvilateiden kohdalla $N_{43} + 161,35$. Maan pinnasta harja on korkeimmillaan 0,95 m. Penkereen harjan leveys on 2,0 m, korotettavilla teillä tien leveyden mukainen. Luiskat ovat 1 : 2 kuivatusojaan päin, ja rannalle päin ne ovat 1 : 2 - 1 : 10. Penkereen alta poistetaan turve. Penkereeseen kohdistuu pieni vesipaine, joten luiskat verhoillaan vain turpeella ja nurmetetaan. Pengermaita tarvitaan noin $5\,000\text{ m}^3$ sekä teiden korottamiseen murskesoraa noin 600 m^3 . Pengeraines saadaan penkereen viereen kaivettavasta kuivatusojasta 1 ja murskesora järven pohjoispuolella olevasta hiekkakankaasta.

Kuivatusoja 1 lähtee Juurakko-ojan vierestä ja laskee Lapinluoman varteen tehtyyn pumppaamoon 1 (liite 6). Ojan pituudeksi tulee 1 470 m. Uoman pohjan leveys on 0,50 m, luiskien kaltevuus 1 : 1,5. Kaivumaita on laskettu tulevan $6\,200\text{ m}^3$. Ojaan on tehtävä yhteensä 12 kappaletta betoniputkirumpuja.

7.2.2 Pengerlinja 2

Penkereen 2 pituus on 600 m ja se jatkaa pengerlinjaa 1 Lapinluoman toiselta puolen pohjoiseen päin (liite 6). Penkereen harjan korkeus on myös $N_{43} + 161,65$. Sen harjan leveys on 2,0 m. Luiskat ovat 1 : 2 kuivatusojan puolelle ja rantaan päin 1 : 2 - 1 : 10. Penkereen harjan korkeus tulee olemaan korkeimmillaan 0,95 m maan pinnasta. Penkereen alta poistetaan turve, luiskat verhoillaan turpeella ja nurmetetaan. Penkereeseen tarvitaan

massoja $2\,500\text{ m}^3$. Pengeraines saadaan penkereen viereen kaivettavasta kuivatusojasta 2.

Kuivatusoja 2 lähtee penkereen 2 loppupäästä ja laskee pumpaamoon 1 Lapinlahdessa. Ojan pituus on 620 m, pohjan leveys 0,50 m ja luiskien kaltevuus 1:1,5. Kaivumaita tulee $3\,600\text{ m}^3$. Ojaan on tehtävä kolme betoniputkirumpua ja eristysajan 3 alitse alijohto (liite 6).

7.2.3 Pengerlinja 3

Järven pohjoisosaan rakennetaan rannan suuntaisena 508 m pitkä tulvapenger (liite 6). Penkereen harjan leveys on 2,0 m, korotettavien teiden kohdalla niiden leveyden mukainen. Harjan korkeudeksi tulee $N_{43} + 161,65$ ja huvilateiden tasausviivan korkeudeksi $N_{43} + 161,35$. Poikkileikkauksista on arvioitu tarvittavan pengermaita $1\,500\text{ m}^3$. Huvilateiden korottamiseen tarvitaan 250 m^3 murskesoraa. Penkereen luiskat ovat 1:2 kuivatusojaan päin ja järvelle päin 1:2 - 1:10. Kaltevuutta 1:10 käytetään tonttien kohdalla. Harja tulee olemaan 0,90 m korkeimmillaan maan pinnasta. Pengeraines saadaan penkereen viereen kaivettavista kuivatusojista.

Kuivatusojat 5 ja 6 kaivetaan penkereen viereen. Kuivatusojat 7 ja 8 (liite 6) saadaan perkaamalla Hietalahden yksityistien pellon puoleista ojaa. Pengerlinjan 3 alueella kaivetaan tai perataan ojia yhteensä noin 1 270 m. Ojien pohjan leveys on 0,50 m ja luiskien kaltevuus vaihtelee 1:1,25 - 1:1,5. Kaivumaita tulee yhteensä noin $4\,800\text{ m}^3$. Kuivatusojiin ja yksityistien alittamiseksi on rakennettava yhteensä 11 kappaletta betoniputkirumpuja.

7.3 VAIHTOEHTO TULVAPENKEREIDEN SIJOITTAMISEKSI

On tutkittu myös mahdollisuutta rakentaa penkereet järven länsirannalle etelä- ja pohjoisosassa rantaviivan läheisyyteen. Nykyisiä rantatontteja korotettaisiin korkeuteen $N_{43} + 161,35$, jolloin ne toimisivat penkereinä. Muualla penkereen harjan

korkeudeksi tulisi $N_{43} + 161,65$ ja harjan leveydeksi 2,0 m. Maan pinnasta penkereen harja on korkeimmillaan 1,15 m. Pelto-alueella penkereen luiskat ovat rannan puolella 1:2, pellon puolella 1:6 ja metsäalueella molemmat luiskat kaltevuudessa 1:2. Eristys- ja kuivatusojien sijaintia ei muuteta. Samoin pumppaamot, alijohdot, putkioja ja rummut rakennetaan samaan paikkaan kuin ensimmäisessä vaihtoehdossa.

Pengerlinjojen 1 ja 2 pituudeksi tulee yhteensä noin 2 110 m. Pengermaita tarvitaan noin $14\,200\text{ m}^3$. Kuivatusojista saadaan $10\,900\text{ m}^3$ ja loput massat kaivetaan järven puolelta rannasta. Tasauksen ja muotoilun jälkeen penger nurmetetaan. Liitteessä 8 on esitetty penkereiden tyyppipoikkileikkauksia.

Järven pohjoisosaan rakennetaan 540 m pitkä penger. Penkereeseen tarvitaan noin $3\,700\text{ m}^3$ maa-ainesta. Kuivatusojista tulee $2\,400\text{ m}^3$ ja loput massat saadaan ranta-alueelta. Tasauksen ja muotoilun jälkeen penger nurmetetaan.

7.4 NUMMIJOEN YLÄÖSAN PERKAUS

Yläösan tulvimisen ehkäisemiseksi perataan Nummijokea 1 120 m:n matkalla luusuasta alaspäin (liite 9). Perkausmassoja tulee noin $4\,300\text{ m}^3$. Kaivumassoista tehdään penger joen molemmille rannoille kaltevuuteen 1:2. Uoman pohjan leveydeksi tulee yläösassa 8,0 m 180 m:n matkalla ja loppuosalla 5,0 m. Luisien kaltevuus on koko matkalla 1:1,5.

7.5 TIEPENKEREIDEN KOROTUKSET

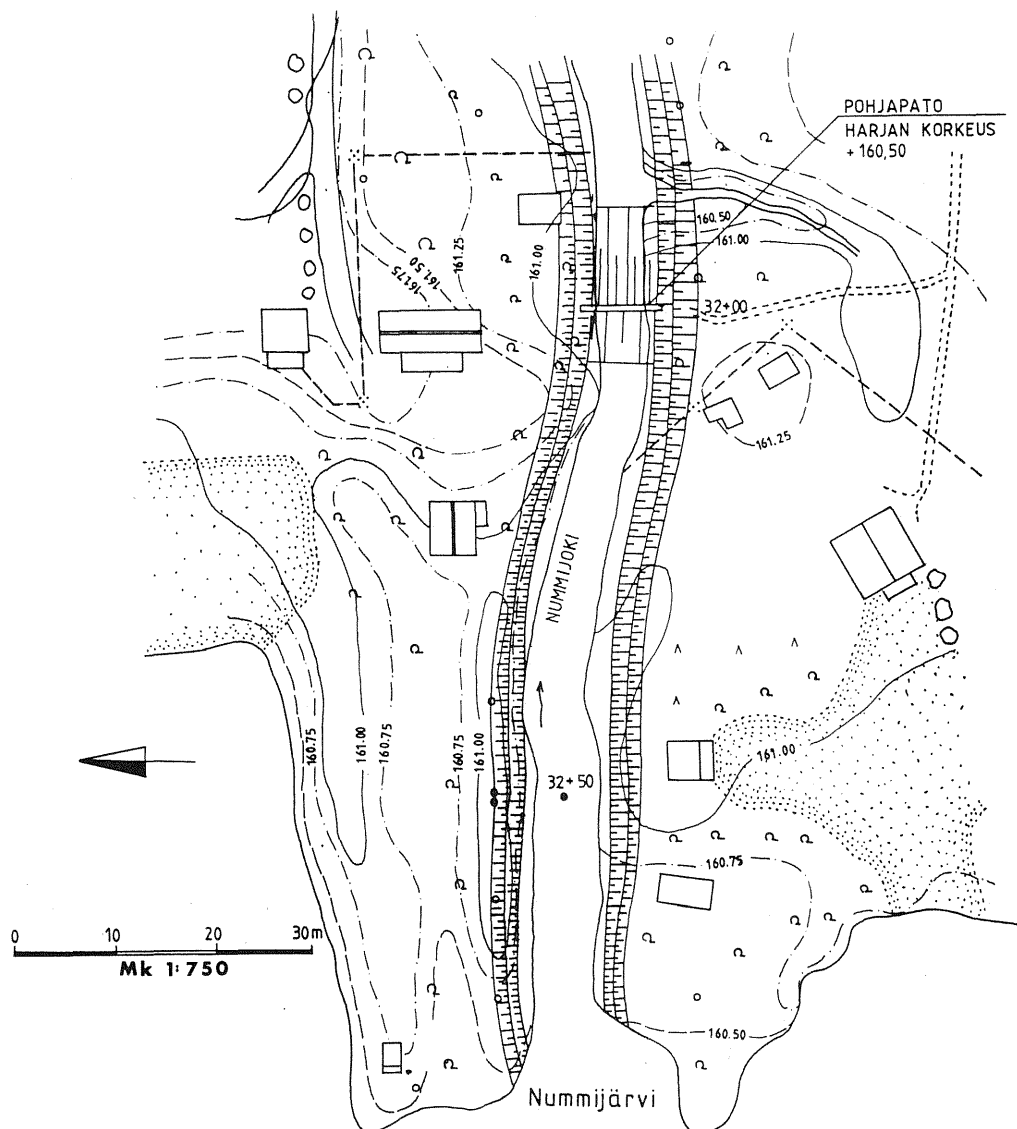
Nummijärven pohjoisosassa Hietalahdessa on korotettava yksityistien pengertä keskimäärin 0,2 m (liite 6). Tasausviiva tulee korkeuteen $N_{43} + 160,40$. Tiepenkereen pituus on 120 m ja murskesoraa $\phi 16\text{ mm}$ tarvitaan noin 140 m^3 .

Järven länsipuolella Lapinlahdessa olevaa huvilatien pengertä (liite 6) on nostettava 150 m:n matkalla korkeuteen $N_{43} + 161,35$. Murskesoraa tarvitaan noin 220 m^3 .

7.6 BETONINEN POHJAPATO

Pohjapato rakennetaan Nummijokeen noin 80 m järven luusuasta alaspäin (liite 9). Patotyyppinä on pohjapato, jossa on syvennys harjan keskellä (vaihtoehto 1) tai alivirtaamaa varten purkuputki padon alareunassa (vaihtoehto 2). Uoman pohjan painokairaustulokset on esitetty liitteessä 10.

Vaihtoehdossa 1 on massoja vaihdettava padon perustuksiin noin 250 m^3 ja vaihtoehdossa 2 noin 300 m^3 . Patoihin tarvitaan betonia ensimmäisessä tapauksessa 15 m^3 ja toisessa 27 m^3 . Kuvassa 28 on esitetty padon sijainti uomassa.

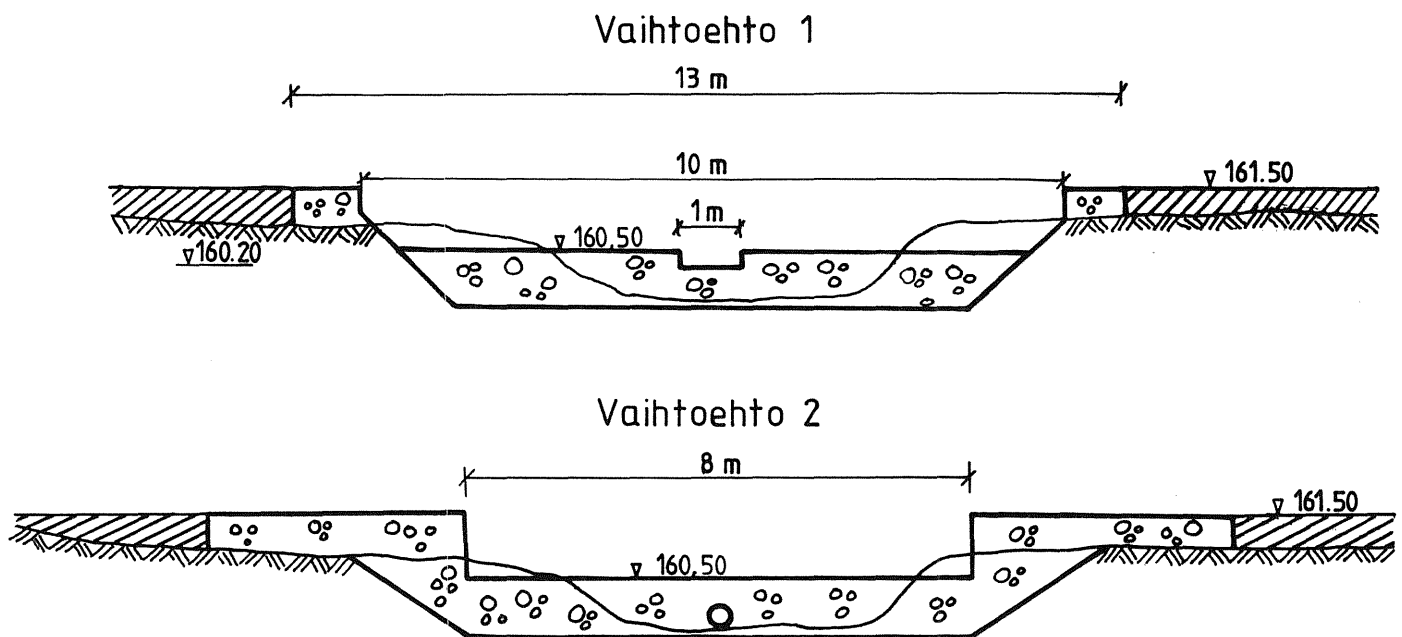


Kuva 28. Pohjapadon 1 ja pohjapadon 2 paikka Nummijoessa. Patopaikka sijaitsee 80 m:n päässä Nummijärven luusuasta Nummijoessa.

Pohjapadon alapuolella verhoillaan uoma luonnonkivillä 10 m:n matkalla ja yläpuolella 5 m:n matkalla. Pinnassa olevien kivien halkaisija on noin 40 cm ja syvemmillä noin 10 cm.

Padon rakentamisen ajaksi on padon yläpuolelle rakennettava Nummijokeen työpato. Sen massamääräksi on arvioitu noin 450 m³.

Kuvassa 29 on esitetty edestä päin uomaan rakennettava patovaihtoehto 1 ja patovaihtoehto 2.



Kuva 29. Pohjapatovaihtoehtoon 1 ja pohjapatovaihtoehtoon 2 poikkileikkaukset. Molemmat patovaihtoehdot sijaitsevat 80 m:n päässä Nummijärven luusuasta alavirtaan päin Nummijoessa, järven laskujoessa.

7.7 PUMPPAAMOT, ALIJOHDOT JA PUTKIOJA

Länsirannan eteläiselle pengerrysalueelle on rakennettava pumppaamo 1 Lapinlahteen laskevan eristysojan 3 varteen (liite 6). Pumppaamo 2 on järven pohjoisosassa Levärannassa ja pumppaamo 3 on pohjoisosassa Hietalahteen laskevan metsäojan varressa.

Pumppaamo 1 rakennetaan ϕ 2 000 mm betonirenkaista ja muut pumppaamot betonirenkaista ϕ 1 200 mm. Kaivojen pohjat tulevat korkeuteen: pumppaamo 1 $N_{43} + 158,20$, pumppaamo 2 $N_{43} + 159,15$ ja pumppaamo 3 $N_{43} + 158,75$. Jokaiseen pumppaamoon asennetaan ohjauskeskus, vipa ja sähkökäyttöinen uppopumppu. Uppopumppujen tehot ovat 1,5 m nostokorkeudella seuraavat: pumppaamossa 1 244 l/s (asennetaan 2 kappaletta pumppuja $2 \cdot 122$ l/s), pumppaamossa 2 35 l/s ja pumppaamossa 3 60 l/s. Pumppujen poistoputkien päät asennetaan korkeudelle $N_{43} + 161,30$.

Pumppaamoihin liitetään tuloputket, joiden halkaisijat ovat 180 - 250 mm, pumppaamokaivoon ja saostuskaivoon. Putkien avo-ojan puoleiseen päähän tulee välppä. Kaivojen eteen tehdään luiskat kaltevuuteen 1:1,5 ja ne verhoillaan kivilaatoilla (liite 11).

Pumppaamossa 1 kuivatusojan 2 vedet johdetaan alijohdossa ϕ 250 mm pumppukaivoon ja pumppaamossa 3 kuivatusojan vedet metsäojan alitse alijohdossa ϕ 200 mm. Alijohto liitetään pumppaamokaivoon ja saostuskaivoon. Saostuskaivot rakennetaan betonirenkaista ϕ 800 mm. Kaivojen pohjan korkeudeksi tulee pumppaamossa 1 $N_{43} + 158,12$ ja pumppaamossa 3 $N_{43} + 158,60$.

Eristysojan 4 ali rakennetaan Lapinlahdessa alijohto, jonka halkaisija on vähintään 225 mm. Alijohdon molempiin päihin tehdään ϕ 800 mm betonirenkaista kaivot. Samanlainen rakenne tulee järven pohjoisosaan metsäojan alitusta varten. Alijohdon 2 rakenteet on esitetty liitteessä 12.

Länsirannan eteläosaan pengerrysalueelle 1 rakennetaan putkioja (liite 6) kuivatusojaan 1 80 m:n matkalla. Putken halkaisija on 350 mm. Sen alkupäähän tehdään lähtökaivo ϕ 1 000 mm betonirenkaista. Kaivon pohja tulee korkeuteen $N_{43} + 159,13$.

7.8 UIMAPAIKKOJEN RUOPPAUKSET

Nummijärvellä Kauhajoen seurakunnan leirikeskuksen rantaa Majaniemessä ruopataan $5\,900\text{ m}^2$ 120 m:n matkalla (liite 6).

Ruoppaussyvyys on keskimäärin 0,4 m. Ruoppausmassoja tulee 2 500 m³. Ruoppauskalustona käytetään SEA-DUMP rantaruoppaajaa. Ruoppaaja tuo rantaan ruoppaamansa massat, josta ne lastataan kaivinkoneella kuorma-autoon kuljetettavaksi läjitysalueelle.

Lapinlahden kansakoulun rantaa ruopataan 100 m:n matkalla 7 500 m² (liite 6). Ruoppausmassoja on noin 3 000 m³, jos kaivussyvyys on keskimäärin 0,4 m. Ruoppaus tehdään samalla kalustolla kuin edellä. Ruoppausmassat levitetään rantametsään kaivinkoneella.

8. KUNNOSTUSTOIMENPITEIDEN VAIKUTUKSET NUMMIJÄRVEN TILAAAN JA SEN ALAPUOLISEEN VESISTÖÖN

8.1 VEDENPINNAN NOSTON YLEISET VAIKUTUKSET

Järven vedenpintaa nostettaessa keskimäärin korkeudelle N₄₃ + 160,50 kasvaa järven pinta-ala 488 ha:sta noin 508 ha:iin. Järven pinta-ala muuttuu vain 4 %, joten järveä ei voida pitää tekojärvenä vedenpinnan noston jälkeen (31).

8.1.1 Kerrostuneisuus

Järven kerrostuneisuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. altaan muoto, altaan syvyys-suhteet, rantojen jyrkkyys, vettä sekoittavat ilmanvirtaukset ja altaan täyttymis- ja tyhjentämistapa (31).

Järven vedenpintaa nostettaessa kasvaa mahdollisuus, että järvi kerrostuu termisesti. Kerrostuneisuusriski syntyy, kun maksimisyvyys ylittää 4 m (24).

Nummijärven keskisyvyys kasvaa 1,8 m:stä noin 2,0 m:iin ja maksimisyvyys 3,4 m:stä noin 3,6 m:iin molemmissa patoamisvaihtoehdossa, joten järveen ei synny kerrostuneisuutta avovesikautena nostettaessa vedenpintaa.

8.1.2 Vaikutukset järven pohjaan sekä ranta- ja pohja-kasvillisuuteen

Vedenkorkeuksien laskiessa talvella painuu jää pohjaan kiinni. Jään liikkuesssa kosketuksessa oleva aines irtoaa ja kulkeutuu keväällä pois rantavyöhykkeestä. Vedenpinnan nosto voi aiheuttaa uuden rantavyöhykkeen asteittaisen köyhtymisen (31).

Varsinainen pohjavyöhyke, profundaali - alinta vedenkorkeutta syvemmällä olevat alueet - voi muuttua, koska sinne joutuu osa rantavyöhykkeestä irronneesta aineksesta. Uusi energia- ja hajoitusaines on hyvä kasvualusta organismeille, jotka pohjan olosuhteissa viihtyvät.

Vedenpinnan nostaminen muuttaa rannan kasvuolosuhteita. Matalassa vedessä viihtyvät kasvit häviävät ja kasvillisuudeksi jäävät ne lajit, jotka menestyvät muuttuneissa olosuhteissa. Profundaalissa pohjaan kiinnittyneen kasvillisuuden on vaikea menestyä valon puutteen vuoksi (31).

Veden nostolla ei tässä tapauksessa rantakasvillisuutta saada vähenemään oleellisesti.

8.1.3 Plankton

Kasviplanktonin määrät on todettu tekojärvissä suhteellisen alhaisiksi, huolimatta suurista ravinnepitoisuuksista. Syynä tähän on valon puute, joka on tuotannon minimitekijä ravinteiden sijasta. Eläinplanktonituotanto muodostuu yleensä suureksi hyvän ravintotilanteen vuoksi (31).

Kasviplanktonin määrä on ollut Nummijärvessä viime vuosina suuri. Se johtuu ilmeisesti suurista ravinnepitoisuuksista ja hyvistä valaistusolosuhteista, vaikka järven vesi onkin hyvin tummaa. Suuret määrät kasviplanktonia saavat valoa, koska vesimassa sekoittuu voimakkaasti avovesikautena järven mataluuden vuoksi, kun tuulee - järven ympärillä on vähän sitä suojaavaa metsää. Näin ollen valaistusolosuhteet eivät ole minimitekijä planktonin lisääntymiselle tässä tapauksessa

vaan ravinteiden määrä ja lämpötila. Kasviplanktonin määrä voi siis kasvaa jonkin verran vedenpinnan noston vuoksi. Kasviplanktonin määrän kasvaessa lisääntyy myös eläinplankton.

8.1.4 Hajottajaorganismit ja pohjaeläimistö

Vedenpinnan noston jälkeisinä vuosina organismien hajotettava on runsaasti orgaanista ainesta, joka vaikuttaa organismien kehitykseen positiivisesti. Hajotettavan aineksen vähentyessä vähenee myös organismien määrä. Tämä kehitys kestää muutaman vuoden (31).

Rantavyöhykkeen pohjaeläimistön määrä on pieni korkeamman vesikasvillisuuden tuhoutumisen ja pohjasedimentin eroosion vuoksi (31). Profundaalin pohjaeläimistö on riippuvainen veden happitilanteesta.

8.1.5 Kalasto

Kalaston kasvu tulee olemaan nopeaa järvessä eläinplanktonin lisääntyessä hyvän ravinnetilanteen vuoksi. Lisäksi kalaston elinolosuhteet paranevat varsinkin talvella järven happipitoisuuden kasvaessa.

Järven kalaston määrällisten ominaisuuksien lisäksi on laadullisilla tekijöillä merkitystä sekä kalataloudelle että varsinkin kalastukselle. Saaliskohteina ei toivotut kalalajit (särki, kiiski yms. pienet kalat) voivat lisääntyä runsaasti, jolloin ne voittavat arvokkaammat kalalajit ravinto- ja tilakilpailussa (31).

8.2 VEDENPINNAN NOSTON VAIKUTUS VEDEN LAATUUN

8.2.1 Happipitoisuus

Vedenpinnan alle jääneillä maa-alueilla ollut orgaaninen aines muodostaa happea kuluttavan primäärikuormituksen, jonka määrästä altaan happitilanteen kehitys on riippuvainen. Tilanteen

kehittyminen riippuu keskeisesti autoktonisen ja alloktonisen aineksen osuuksista happea kuluttavassa kuormituksessa. Mikäli suurin osa hapenkulutuskuormituksesta on peräisin järven orgaanisesta aineksesta ja rantojen eroosiosta eli autoktonisesta aineksesta, on happitilanne riippuvainen aineksen määrästä ja eroosion kehityksestä. Alloktonisen aineksen, jota tulee mm. valuma-alueen suomailta, olleessa määräävänä tekijänä on odotettavissa oleva kehitys hyvin hidasta (31).

Koska uutta pohjaa syntyy vain 4 % lisää nostettaessa järven vedenpintaa ja eroosio ei lisäännä, ei pohjasta irtoa happea kuluttavaa ainesta huomattavia määriä verrattuna alloktonisen aineksen määrään. Järven vesitilavuus kasvaa 8,6 milj. m³:stä noin 9,7 milj. m³:iin eli 11 %. Talviaikainen vesitilavuus kasvaa 8,1 milj. m³:stä 9,5 milj. m³:iin eli 15 %. Näiden tekijöiden perusteella voidaan olettaa, että järven happitilanne paranee tulevana vuosina.

8.2.2 Typpi- ja fosforipitoisuus

Typen ja fosforin liukenemista tulee tapahtumaan veden alle jäävästä maaperästä. Liukenemisen määrään vaikuttavat maaperän ravinnepitoisuudet ja aika, jonka vesi huuhtoo maaperää. Yleensä typen ja fosforin määrä on ollut suuri Suomen tekojärvissä. Tässä yhteydessä ei ole selvitetty veden alle jäävän maan määrällistä vaikutusta ravinnepitoisuuksiin.

Järven fosforinsietokykyä ulkoisesta kuormituksesta arvioitiin Dillonin ja Vollenweiderin mallin avulla (4). Mallissa fosforikuormituksen sietorajat ovat seuraavat:

$$L_A = 0,055 \cdot Q_S^{0,365} \quad \text{sallittava}$$

$$L_D = 0,174 \cdot Q_S^{0,469} \quad \text{vaarallinen}$$

Kaavassa Q_S on hydraulinen pintakuorma.

Nummijärven sallittava fosforikuormitus vedenpinnan noston jälkeen on

$$L_A = 0,055 \cdot 2,38^{0,365} = 0,076 \text{ g P/m}^2/\text{a}$$

Fosforikuormitus tulisi olemaan, jos kuormitus ei muutu, ainetaselaskelmien (kohta 4.2) mukaan $0,17 \text{ g P/m}^2/\text{a}$.

Vaarallinen kuormitus on mallin mukaan

$$L_D = 0,174 \cdot 2,38^{0,469} = 0,262 \text{ g P/m}^2/\text{a}$$

Järveen tuleva kuormitus ylittää sallittavan kuormituksen, mutta jää kuitenkin alle vaarallisen rajan.

Nykytilanteessa järven sallittava fosforikuormitus on $0,077 \text{ g P/m}^2/\text{a}$ laskettuna edellä esitetyllä kaavalla. Järven nykyinen kuormitus on $0,180 \text{ g P/m}^2/\text{a}$, joka myös ylittää sallittavan rajan. Vaarallinen kuormitus on $0,266 \text{ g P/m}^2/\text{a}$, josta nykyinen kuormitus on noin 68 %. Tulevassa tilanteessa kuormitus on 65 % vaarallisesta kuormituksesta.

Mallin mukaan järven fosforin sieto pienenee hieman. Kuitenkin järven pintakuormitus pienenee pinta-alan kasvaessa - ulkoisen kokonaiskuormituksen on oletettu säilyvän ennallaan. Vertailtaessa nykyistä ja suunniteltua tilannetta suhteellisesti järven tila paranee hieman fosforikuormituksen osalta.

8.2.3 Sameus, pH ja kiintoainepitoisuus

Veden pH-arvoon, sameuteen ja kiintoainepitoisuuteen ei vedenpinnan nostolla ole ilmeisesti vaikutusta.

8.3 HAPETTAMISEN VAIKUTUS

Järven happipitoisuus saadaan hapettamisella pysymään talvella riittävän korkealla, jotteivät pohjan lietteeseen sitoutuneet ravinteet liukene veteen. Näin katkaistaan ravinteiden kierto-kulku veden ja pohjalietteen välillä. Kun ilmastusta jatketaan useita vuosia saadaan järven ravinnepitoisuus tasolle, joka riippuu vain ulkoisesta kuormituksesta.

Hapettaminen pysäyttää järven pilaantumiskehityksen. Ulkoisen kuormituksen pienentyessä järven tila palautuu vähitellen ennen rehevöitymistä olleeseen tilaan.

8.4 YLEISARVIO JÄRVEN TULEVASTA TILASTA

Järven ulkoista kuormitusta voidaan pienentää. Turvetuotanto-alueilta tulevaan kuormitukseen voidaan vaikuttaa estämällä kiintoaineen liikkeelle lähtö sekä pysäyttämällä liikkeelle lähtenyt kiintoaine laskeutusaltaisiin nykyistä paremmin. Ravinteet voidaan periaatteessa myös sakkauttaa laskeutusaltaisiin. Maatalouden aiheuttamaa kuormitusta voidaan pienentää paremmalla viljelystekniikalla. Pengerrysalueiden huuhtoumat eivät pääse suoraan järveen ja lisäksi vedennousu rantapelloille estyy. Nämä tekijät vähentävät järveen tulevaa kuormitusta.

Nykyinen happitilanne paranee talvella veden hapettamisella. Lisäksi voidaan olettaa happitilanteen paranevan nostettaessa vedenpintaa. Tulevaisuudessa tilanteeseen vaikuttaa myös myönteisesti, jos happea kuluttavan orgaanisen kiintoaineen yms. aineksen kuormitus pienenee.

Ranta- ja pohja-alueen kasvien ja eliöstön tilan kehitys noudattaa kohdassa 8.1 selostettuja suuntalinjoja. Rantak kasvustojen alat eivät lisäännä nykyisestä, kun rehevöityminen saadaan pysäytettyä.

Nummijärven tilan kehittymiseen vaikuttaa eniten valuma-alueelta tuleva kuormitus ja järven sisäinen kuormitus. Vedenpinnan nostolla voidaan tässä tapauksessa parantaa järven yleis-tilaa, mutta sillä ei juuri voida vaikuttaa järven veden laatuun. Estämällä ravinteiden kiertokulku veden ja pohjalietteen välillä hapettamisella voidaan pysäyttää järven tilan huonontuminen ja parantaa sitä. Lopullisesti järven tila paranee vain pienentämällä valuma-alueelta tulevaa kuormitusta.

8.5 VAIKUTUS ALAPUOLISEEN VESISTÖÖN

Tärkeimmät tekijät, jotka voivat aiheuttaa muutoksia Nummijärven alapuolisessa vesistössä ovat virtaama jokeen ja veden laadun paraneminen järvessä.

Nummijärven luusuaan rakennettava pohjapato tulisi lisäämään ylivirtaamia Nummijoessa. Haittaa saattaisi syntyä joen keski- ja alajuoksulla. Tällä alueella esiintyy nykyisinkin tulvia keväisin, joten perkaaminen on tarpeellista jo olevien tulvien poistamiseksi, vaikka hanketta ei toteutettaisikaan. Syntyvää haittaa ei ole tässä selvityksessä arvioitu rahassa. Haittaa ei kuitenkaan ilmenisi Nummijoen yläosassa, koska se perataan noin kilometrin matkalla.

Veden laadun paraneminen patoamisen jälkeisinä vuosina parantaa myös alapuolisen vesistön veden laatua. Veden laadun paranemisesta on hyötyä joen virkistyskäytölle ja erityisesti Nummijoen yläosassa oleville kalanviljelylaitoksille.

Nummijoen yläosan perkaus aiheuttaisi joen veden väliaikaisen samentumisen perkauksen aikana. Tämä lisääntyneen kiintoaineksen ym. samentavan aineksen määrä aiheuttaisi haittaa ennen kaikkea kalanviljelylaitoksille. Samoin perkaus aiheuttaisi haittaa joen virkistyskäytölle, joen kasveille ja pohjaeläimille.

Vedenpinnan noston vaikutuksia voimatalouteen on arvioitu kohdassa 9.4.

9. VAHINGON ARVIOINTI

Hankkeesta voi aiheutua haittaa maataloudelle, metsätaloudelle ja voimataloudelle. Vahingot on arvioitu vuoden 1984 heinäkuun hintatasossa.

Kun jatkossa puhutaan eri pengerrysvaihtoehdoista, tarkoitetaan niillä seuraavaa:

Vaihtoehto A: tulvapenger on tontin takareunassa

Vaihtoehto B: tulvapenger on järven rannassa

9.1 MAATALOUS

Ei salaojitetun peltomaan hinnaksi on arvioitu 20 000 mk/ha, kun pelto ei kärsi luonnontilaisena vettymisvahinkoa. Nummijärven rannalla olevien peltojen arvot ovat seuraavat: korkeustason $N_{43} + 161,12$ yläpuolella olevien peltojen arvo on 20 000 mk/ha, vyöhykkeellä $N_{43} + 161,12 \dots + 160,62$ pellon arvo on 19 000 mk/ha (pellon oletetaan kärsivän luonnontilaisena 5 % vettymishaittaa) ja tason $N_{43} + 160,62$ alapuolella arvo on 12 000 mk/ha (pellon oletetaan kärsivän luonnontilaisena 40 % vettymishaittaa).

Peltojen tilapäistä kuntoa ei oteta huomioon, vaan peltomaan arvo on sama riippumatta pellon käyttöasteesta tai käyttömuodosta.

9.1.1 Peltomaan korvaus

Penkereiden ja ojien alle jäävä alue korvataan vesilain mukaan 1,5-kertaisena. Peltomaan arvo on 19 000 mk/ha vyöhykkeellä $N_{43} + 161,12 \dots + 160,62$, kun pelto kärsii luonnontilaisena 5 % vettymishaittaa. Peltomaan arvo ja korvaus ovat eri vaihtoehtoisissa seuraavat:

Vaihtoehto	alle jäävä alue (ha)	haitta (mk)	korvaus (mk)
A	3,61	68 590	102 885
B	2,59	49 210	73 815

9.1.2 Rikkoutumishaitta

Maataloudelle joudutaan tässä tapauksessa korvaamaan pengerryksalueella peltojen rikkoutumisesta syntyvä haitta. Rikkoutumishaittana maanomistajalle korvataan peltojen pirstoutuminen pienemmiksi ja muotonsa puolesta hankaliksi viljellä.

Rikkoutumishaitan korvauksen ylärajaksi asetetaan 50 % avo-ojitetun jäännöslohkon maataloudellisesta palsta-arvosta. Tätä ylärajaa voidaan perustella sillä, että jäännöslohkon arvo luovuttajalla esimerkiksi luonnonlaitumena tai metsämaana edustaa noin puolta jäännöslohkon arvosta peltona.

Korvauksena maksetaan 8,49 ha:lta yhteensä 38 193 mk molemmissa pengerrysvaihtoehtoissa.

9.1.3 Vedenpinnan noston vaikutus rantamaiden viljelyyn

Vedenpinnan noston vaikutusten arvioimiseksi rantamaiden pelto-
viljelyyn on käytetty vedenkorkeuksien jakaumien muutoksiin perustuvaa laskentamallia (28). Haitan ja hyödyn arvioimiseksi vuosi jaetaan neljään jaksoon: talvi, kevät, kesä ja syksy. Kesäjaksolla tarkastellaan sadon määrän riippuvuutta kuiva-
varasta sekä kevät- ja syksyjaksolla työmenekin lisääystä ja työskentelyn estymistä kuivavaran pienentyessä. Kesäjakson hyödyt on esitetty kohdassa 10.4.

Vedenkorkeuksien jakaumat on laskettu tietokoneella ennen ja jälkeen vedenpinnan noston 7 vyöhykkeessä 20 cm:n välein alkaen tasosta $N_{43} + 160,00$ m ylöspäin kevät-, kesä- ja syksyjaksoille. Suhteellinen hyöty K_j on laskettu kaavalla (11) kolmella korkeusasemalla 30 cm:n välein alkaen korkeudesta $N_{43} + 161,30$ m alaspäin molemmille patovaihtoehtoille (liite 13).

$$K_j = \sum_{i=1}^n \Delta p_i \cdot k_{ij}, \text{ jossa} \quad (11)$$

$j = 1, 2, 3, \dots m$

K_j = suhteellinen hyöty

i = vedenkorkeusvyöhykkeiden indeksi

j = rantapeltojen korkeusvyöhykkeiden indeksi

Δp_i = vedenkorkeuden jakaumaprosenttien muutos

k_{ij} = satojyvä tai konetyöskentelyjyvä

Rantapeltojen on arvioitu olevan käytännöllisesti katsoen kokonaan viljanviljelyssä. Keskimääräisenä optimisatona on

käytetty 2 000 kg/ha (Etelä-Pohjanmaalla ohra) ja yksikköhintana 1,61 mk/kg. Optimisadon arvoksi saadaan näin 3 200 mk/ha. Optimaalisina työkustannuksina keskikokoisilla maatalouskoneilla on käytetty seuraavia arvoja:

Työvaihe	kustannus (mk/ha)
äestys (2 - 3 kertaa)	150
kylvölannoitus	150
puinti	500
kyntö	300

Haittojen diskonttaus tehtiin käyttäen 6 % korkokantaa ja 30 vuoden laskenta-aikaa, kerroin on 13,76. Taulukossa 14 on vedenpinnan noston maataloudelliset haitat jaksoittain ja vuosihaitat eri pohjapatovaihtoehtoille.

Taulukko 14. Nummijärven kunnostussuunnitelman maataloudelliset haitat jaksoittain eri korkeusasemilla ja vuosihaitat sekä peltopinta-aloilla kerrotut kokonaishaitat eri pohjapatovaihtoehtoilla.

V A I H T O E H T O 1					
Korkeus N ₄₃ (m)	Kevät- haitta (mk/ha)	Syksy- haitta (mk/ha)	Vuosi- haitta (mk/ha)	Pelto- pinta- ala (ha)	Kokonais- haitta (mk)
161,30	3 318	15 846	19 164	2,86	54 810
161,00	5 866	21 907	27 773	0,56	15 550
160,70	7 199	44 105	51 304	0,23	11 800
Σ KOKONAISHAITTA					82 200

V A I H T O E H T O 2					
Korkeus N ₄₃ (m)	Kevät- haitta (mk/ha)	Syksy- haitta (mk/ha)	Vuosi- haitta (mk/ha)	Pelto- pinta- ala (ha)	Kokonais- haitta (mk)
161,30	3 013	19 997	23 010	2,86	65 810
161,00	5 361	28 737	34 098	0,56	19 100
160,70	6 223	54 715	60 938	0,23	14 020
Σ KOKONAISHAITTA					98 900

9.2 METSÄTALOUS

9.2.1 Korvaus maapohjasta

Korvattavat maa-alueet on jaettu kahteen ryhmään: metsämaihin ja joutomaihin. Metsämaan hehtaarihintana ilman puustoa eri veroluokissa on käytetty seuraavia arvoja:

Veroluokka	maa-alueen arvo (mk/ha)
1B	1 500
2	1 100
3	750
4	550
J	200

Penkereiden ja ojien alle jäävän metsämaan arvo ja korvaus ovat eri vaihtoehtoissa seuraavat:

Vaihtoehto	alle jäävä alue (ha)	haitta (mk)	korvaus (mk) 1,5-kertaisena
A	0,29	218	327
B	0,26	195	293

Joutomaan arvo ja korvaus ovat:

Vaihtoehto	alle jäävä alue (ha)	haitta (mk)	korvaus (mk) 1,5-kertaisena
A	0,11	22	33
B	1,28	256	384

Veden alle jää molemmissa pengerrysvaihtoehtoissa 20,1 ha joutomaata, jonka arvo on 4 020 mk ja suoritettava korvaus 6 030 mk.

9.2.2 Vedenkorkeuden muutosten vaikutus ranta-alueiden puustoon

Vedennoston vaikutusta puustoon voidaan tarkastella karkeasti kahtena erilaisena tilanteena. Mikäli vedennosto tapahtuu sellaisten rajojen sisäpuolella, joissa vedenkorkeudet ovat

satunnaisesti vaihdelleet jo ennen hankkeen toteutusta, ei puustolle pitäisi pelkästään vedennostosta aiheutua erityisen suurta haittaa. Jos vedennosto on huomattava kuten esimerkiksi tekoaltaan padotuksessa, ovat tarkastelun lähtökohtina raivausrajalla ja sen läheisyydessä kasvavan puuston elinolosuhteet ennen ja jälkeen hankkeen toteutuksen (28).

Tässä tapauksessa tarkastellaan puuston tuhoutumisrajaa ja vahingoittumisvyöhykettä ensimmäiseksi mainitun tilanteen pohjalta.

Rantapuuston alaraja riippuu ilmeisimmin järven vedenkorkeusvaihteluiden luonteesta eli laajemmin sen hydrologisista piirteistä. Pienehköä vaihtelua aiheuttavat myös veden mekaaniset vaikutukset aaltoeroosio ja jäätyönne. Vuosipysyvyyksinä on pienille järville ($A \sim 10 \text{ km}^2$) alarajaksi saatu puulajeittain seuraavat vaihteluvälit (28):

	pysyvyys (%)
mänty	10 - 15
kuusi	5 - 10
hieskoivu	10 - 25
leppä	20 - 30

Tässä tapauksessa eri puulajien alarajat luonnontilassa korkeustasossa N_{43} ovat pysyvyyksien perusteella seuraavat:

	korkeustaso N_{43} (m)
mänty	160,50 - 160,45
kuusi	160,60 - 160,50
hieskoivu	160,50 - 160,35
leppä	160,40 - 160,30

Nummijärven alimmat rantatontit länsirannalla ja sen pohjoisosassa ovat korkeustasossa N_{43} noin korkeudella + 160,70, joten 20 - 30 cm vedenpinnan nostosta ei pitäisi aiheutua haittaa männyille, koivuille tai lepile. Matalalla olevien tonttien kuusien kasvuun vedenpinnan nostolla on ilmeisesti vaikutusta.

Puuston tuhoutuminen satunnaisen tulvan seurauksena riippuu tulvan poikkeavuudesta, kestosta ja ajoittumisesta sekä puuston lajista, iästä ja kasvualustan maalajista. Eri puulajit kestävät vesikatetta eri tavalla. Mänty kestää vesikatetta kuusta selvästi paremmin. Toistuvat kevättulvat, jotka kestävät 1 - 1,5 kuukautta, eivät heikennä puun sädekasvua vaan vaikutus on pikemminkin päinvastainen. Alkukesällä alkavat vesikatteet, jotka kestävät yli neljä kuukautta, riittävät tappamaan puun. Yleensä elo-syyskuussa sattuvat, noin kaksi viikkoa ja sitä kauemmin kestävät yhteinäiset vesikatteet heikentävät puiden kasvua. Syyskuun puolivälissä ja loppupuolella alkavat vesikatteet eivät aiheuta puun kuolemista sen elintoimintojen talveen varautumisen vuoksi (28).

Tässä tapauksessa ei aiheudu vahinkoa puustolle satunnaisen tulvan vuoksi tarkastelluissa patoamisvaihtoehtoissa.

Vedennoston aiheuttama vettymishaittavyyhyke voidaan jakaa pysyvään, toistuvaan ja kiertoajan vettymishaittavyyhykkeeseen. Jaottelun ajatuksena on, että vedennoston seurauksena muuttuvaan rantaviivaan rajautuva puusto viimeistään alkuperäisen puuston kiertoajan päätyttyä on mukautunut uusiin olosuhteisiin ja muovautunut lajistoltaan uusia kasvuolosuhteita vastaavaksi.

Pysyvä vettymisvyyhyke on se rantaviivaan päättyvä vyyhyke, jolle ei arvopuustoa kehity. Vyyhykkeen korkeus on alimpien vedenkorkeuksien yläpuolella 0,3 m - 0,7 m riippuen vedenkorkeuden vaihteluista (28). Nummijärvellä tämä vyyhyke ulottuu korkeudelle $N_{43} + 160,50$.

Toistuvaksi vettymisvyyhykkeeksi katsotaan alue, jolla vedenkorkeuden vaihteluista johtuen saattaa esiintyä puuston kasvua haittaavia vedenkorkeuksia. Tämä vyyhyke olisi loppukesän ja syksyn ylimmän vedenkorkeuden sekä pysyvän vettymishaittavyyhykkeen ylärajan väliin jäävä alue (28). Eri patoamisvaihtoehtoissa tämä vyyhyke on seuraava:

Vaihtoehto	toistuva vettymisvyöhyke korkeustaso N_{43} (m)
------------	--

1	160,73 - 160,50
2	160,77 - 160,50

Kiertoajan vettymishaittavuohykykeeksi katsotaan se alue, jolla veden nostamisen seurauksena alkuperäisen puuston kasvu heikkenee. Kiertoajan vettymisvyöhyke pätee vain alkuperäisen puuston hakkuukypsyyteen saakka, jolloin toteutettu haitta voidaan ajallisesti katsoa päättyneen (28). Käytännössä tässä tapauksessa kyseinen vyöhyke ulottoisi korkeudelle $N_{43} + 160,80$.

Vedenpinnan nostosta aiheutuvaa haittaa rantamaiden puustolle ja pensaille ei ole tässä tutkimuksessa arvioitu rahassa, koska alueella ei ole tehty puuston määrän ja laadun arviointia.

9.3 KORVAUS RANTATONTTIENTEN MAAPOHJASTA

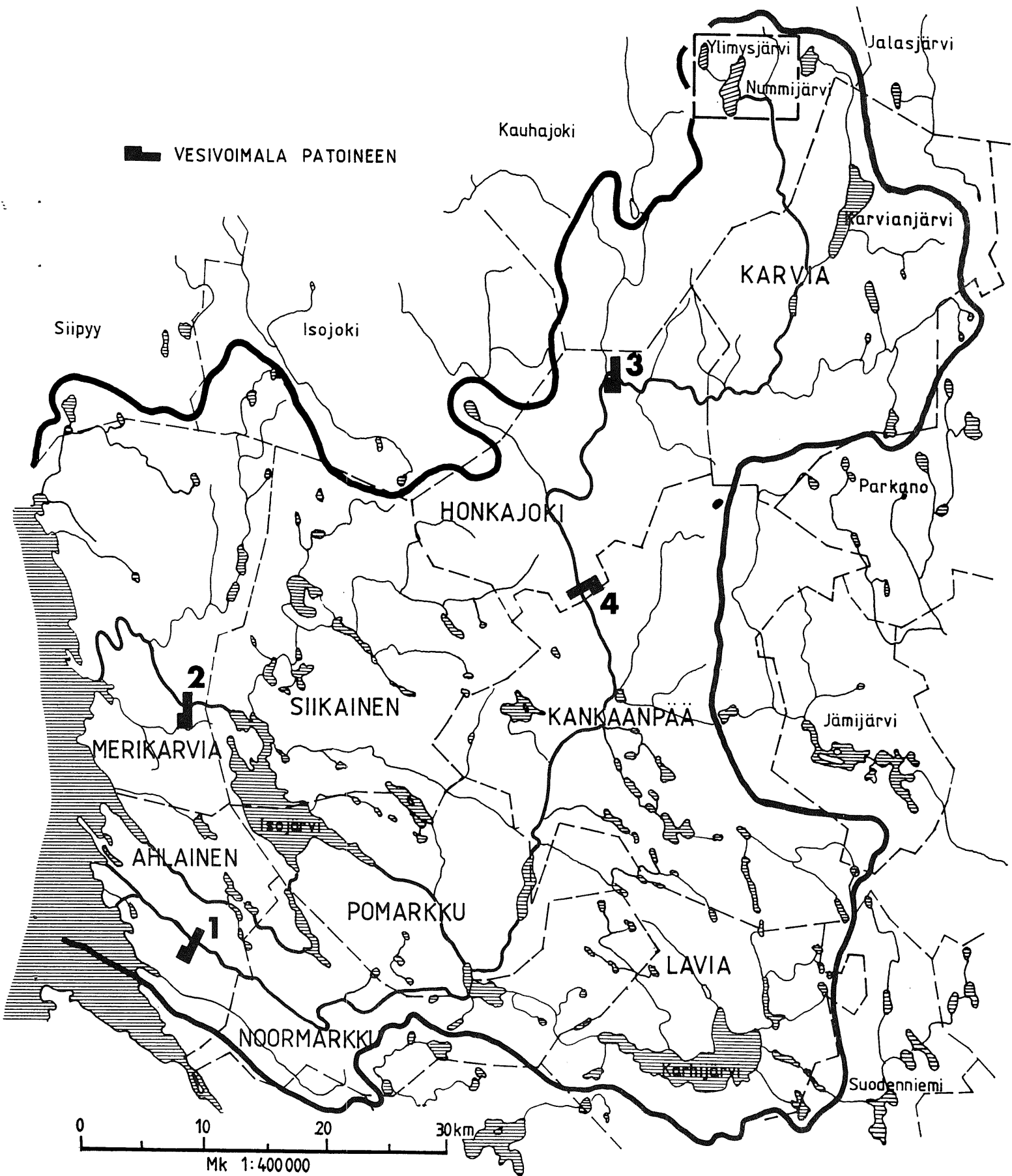
Tonttimaan keskimääräisenä hintana on käytetty 20 mk/m^2 (kohta 10.1). Penkereiden alle jäävän alueen arvo ja korvaus eri vaihtoehtoisissa ovat seuraavat:

Vaihtoehto	alle jäävä alue (ha)	haitta (mk)	korvaus (mk)
A	0,18	36 000	54 000
B	0,92	184 000	276 000

9.4 VOIMATALOUSHAITTA

Karvianjoen vesistössä on neljä voimalaitosta, joista Jyllinkoski ja Vatajankoski ovat Karvianjoessa, Lankoski Merikarvianjoessa ja Makkarakoski Eteläjoessa. Lisäksi vesistöalueella on pieniä voimalaitoksia ja myllyjä, joilla ei kuitenkaan nykyisin ole voimataloudellista merkitystä.

Kuvassa 30 on esitetty mainittujen neljän laitoksen sijainti Karvianjoen vesistössä.



Kuva 30. Karvianjoen vesistön voimalaitokset. 1 Makkarakoski, 2 Lankoski, 3 Jyllinkoski ja 4 Vatajankoski.

Taulukossa 15 on esitetty voimalaitosten rakennusvirtaamat, rakennusaste, putouskorkeus ja keskimääräinen vuosituotanto.

Taulukko 15. Karvianjoen vesistön voimalaitosten rakennusvirtaamat, rakennusaste, putouskorkeus ja keskimääräinen vuosituotanto.

Laitos	Rakennus- virtaama (m ³ /s)	Rakennus- aste	Putous- korkeus (m)	Keskimääräinen vuosituotanto (GWh)
Makkarakoski, Eteläjoki (A. Ahlström Oy)	9,5	0,9	4,0	1
Lankoski, Merikarvianjoki (Lankosken Sähkö Oy)	10	0,8	8,5	3
Jyllinkoski, Karvianjoki (Vatajankosken Sähkö kl.)	4	0,6	8,0	1
Vatajankoski, Karvianjoki (Vatajankosken Sähkö kl.)	9	0,9	12,0	4

Pohjapadon rakentaminen Nummijärven luusuaan Nummijoessa pienentää virtaamaa voimalaitoksilla. Talvijakson aikana (loka-maalis) pohjapatovaihtoehdossa 1 pienenee virtaama luonnontilasta keskimäärin 0,02 m³/s ja kesäjakson aikana keskimäärin 0,08 m³/s. Patovaihtoehdossa 2 pienenee kesäaikana virtaama keskimäärin 0,07 m³/s.

Virtaaman pienentymisestä aiheutuu voimalaitoksille haittaa tehon- ja energianmenetyksenä. Tehon menetys voidaan laskea kaavalla (12) (30):

$$P = 8,2 \cdot Q \cdot H, \text{ jossa} \quad (12)$$

P = teho

Q = virtaama

H = putouskorkeus

Voimalaitoksille tulee yhteensä tehonmenetystä vaihtoehdossa 1 10,7 kW ja vaihtoehdossa 2 7,5 kW. Liitteessä 14 on esitetty laskelmat patovaihtoehtojen tehon- ja energianmenetyksistä.

Pääomitettut haitat 6 %:n korokannan ja 30 vuoden laskenta-ajan mukaan ovat vaihtoehdossa 1 288 100 mk ja vaihtoehdossa 2 185 900 mk.

10. H Y Ö D Y N A R V I O I N T I

Hankkeesta on arvioitu tulevan hyötyä virkistyskäytölle, kalastukselle ja pengertämisestä maataloudelle, metsätaloudelle sekä rantonteille vaihtoehdossa, jossa penkereet ovat rannassa. Hyödyt on laskettu vuoden 1984 heinäkuun hintatasossa.

10.1 VIRKISTYSKÄYTTÖ

Virkistyskäyttöhyötyä voidaan vesistösuunnitteluhankkeessa arvioida markkinahintoihin, kustannuksiin tai lisämaksuhaluun perustuen (30). Tässä tapauksessa hyötyä laskettaessa käytetään kysyntä-tarjonta-analyysia, jossa pyritään selvittämään Nummijärven vaikutusalueella virkistyskäytön tarvetta ja mahdollisuuksia. Arvioitavana on joko hankkeesta syntyvä kokonaan uusi hyöty tai hankkeen aiheuttama hyödyn lisäys.

10.1.1 Rantatonttien arvon nousu

Nummijärven rannalla on nykyisin 173 loma-asuntoa. Järven ranta-alueet ovat kilpailleet hyvin muiden Kauhajoen kunnan alueella tarjolla olevien lomarakennuskohteiden kanssa. Tähän on vaikuttanut pääasiassa rantatonttien laatu ja lisäksi hyvät kulkuyhteydet lähiseudun taajamasta järvelle.

Kunnan alueella on virkistyskäyttöön soveltuvia järviä lisäksi Ikkeläjärvi ja Säkkijärvi. Järvien rannoille on rantayleiskaavaehdotuksen mukaan tarkoitus sijoittaa loma-asuntoja seuraavasti (22):

	Nykyään loma- asuntoja (kpl)	Uusia loma- asuntoja (kpl)
Nummijärvi	173	57
Ikkeläjärvi	48	42
Säkkijärvi	<u>28</u>	<u>30</u>
YHTEENSÄ	249	129

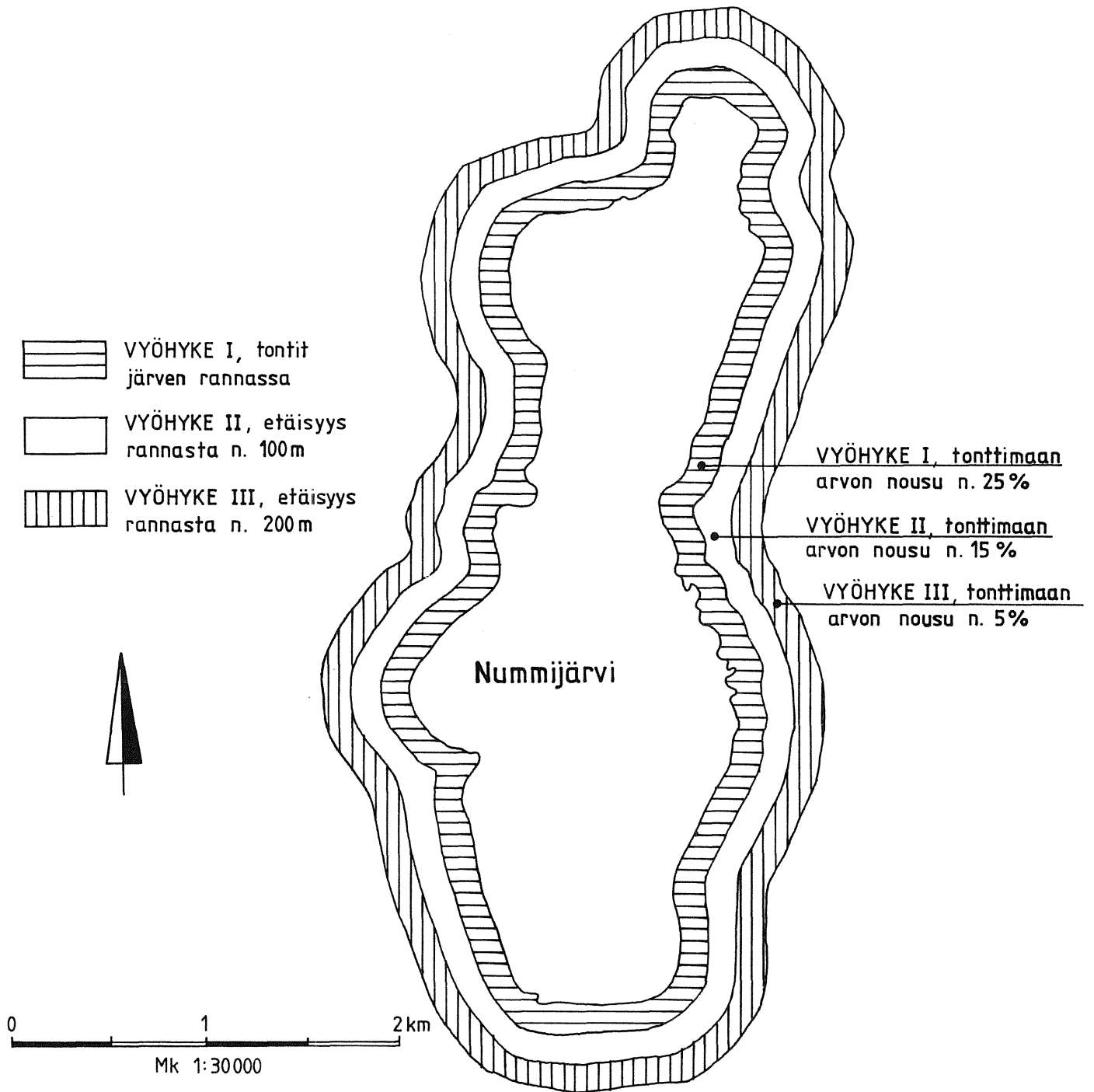
Näissä järvissä on yhteensä 31 km rantaviivaa, josta Nummijärven osuus on yli 40 %. Rantaviivasta on enemmän kuin puolet loma-asutukseen kelpaavaa.

Suurin osa Nummijärven ranta-alueista paranee laadultaan kesävedenpinnan noston jälkeen. Järven länsipuolella olevia matalimpia tontteja ei oteta huomioon hyötyä arvioitaessa, koska niille vedenpinnan nostosta aiheutuisi vettymishaittaa.

Nummijärven vedenpinnan nostosta aiheutuvaa tonttimaiden arvon nousua arvioidaan kuvan 31 vyöhykejaon avulla (19). Tonttimaan keskimääräisenä hintana on käytetty 20 mk/m^2 - hinta saatu tiedustelemalla kaupanvahvistajilta.

Kun yhden tontin koko on keskimäärin $2\,000 \text{ m}^2$, saadaan vedenpinnan nostamisesta tonttimaan arvon nousuksi seuraavaa:

$$\begin{array}{rcll} 2\,000 \text{ m}^2 \cdot (173 - 18) \cdot 0,25 \cdot 20 \text{ mk/m}^2 & = & 1\,550\,000 \text{ mk} \\ 2\,000 \text{ m}^2 \cdot 8 \cdot 0,15 \cdot 20 \text{ mk/m}^2 & = & 48\,000 \text{ mk} \\ 2\,000 \text{ m}^2 \cdot 8 \cdot 0,05 \cdot 20 \text{ mk/m}^2 & = & \underline{16\,000 \text{ mk}} \\ & & 1\,614\,000 \text{ mk} \end{array}$$



Kuva 31. Nummijärven virkistyskäyttöarvon kasvun vaikutus alueella sijaitsevien tonttien hintoihin.

10.1.2 Vesien käyttöön liittyvien virkistystoimintojen hyöty

Vesien käyttöön liittyviä toimintoja Nummijärvellä ovat uinti, veneily ja virkistyskalastus. Kalastus Nummijärvellä on virkistys- ja kotitarvekalastusta. Näistä aiheutuvaa hyötyä on käsitelty kohdassa 10.2. Kalastusta ei lasketa mukaan tässä kohdassa veneilyä arvioitaessa.

Nummijärven rannalla on kaksi leirintäaluetta. Yleinen leirintä-alue sijaitsee järven itäpuolen eteläosassa ja seurakunnan leirintä-alue länsirannalla Majaniemellä. Lisäksi järven rannalla on kolme yleistä uimarantaa.

Kunnan leirintäalueella on majoitustiloja seuraavasti: huvilassa 8 vuodesijaa, neljä kahden hengen mökkiä ja kolme neljän hengen mökkiä. Muita rakennuksia ovat rantasauna, kaksi pukuhuonetta, kaksi keittokatosta ja kaksi käymälää. Lisäksi alueella on teltta-alue, asuntovaunujen paikoitustilat, lentopallokenttä ja laaja kansallispuistoalue.

Kunnan tarkoituksena on laajentaa ja parantaa leirintäalueen käyttöä. Myös uimarannan palvelutasoa parannetaan. Tässä tarkoituksessa nykyinen ranta-alue raivataan perusteellisesti. Uimarantaan tehdään laaja rantahietikko- ja rantanurmikkoalue. Majoitus-, teltta- ja asuntovaunupaikkoja tulee olemaan yhteensä seuraavasti:

	Määrä (kpl)	Henkeä (kpl)
Leirintämajat	45	135
Telttapaikat	50	130
Matkailuvaunupaikat	35	100
Eräleirintä	-	30
Kämppämajoitus	-	20
Lomamökit	7	30

Leirintäalueen kävijämäärä on ollut kesä kautena 2 200 - 3 400. Yöpyjien viipymisaika on ollut kolmesta vuorokaudesta viikkoon.

Kauhajoen seurakunnan omistama leirintäalue Majaniemessä on noin 2 ha suuruinen. Sisämajoitustiloja on 100 vuodesijaa, jotka jakaantuvat seuraavasti: vanhassa hirsirakennuksessa 50, uudessa majoitusrakennuksessa 45 ja huvilassa 5 vuodesijaa. Lisäksi alueella on päärakennus ja kaksi sauna.

Kesäaikana on Majaniemessä ollut leirillä vuosina 1981-1983 670 - 880 henkilöä. Leirivuorokausia on ollut keskimäärin 2 500 kesässä.

Nummijärven rannoilla olevien huviloiden ja vakinaisten asumusten virkistyskäyttöä on arvioitu kesällä 1973 tehdyn tutkimuksen perusteella (Vaasan vesipiiri). Tiedustelun vastausprosentti oli 58 %.

Vuoden 1973 tutkimuksen mukaan järven rannoilla asuvat ja huviloiden asukkaat kävivät uimassa keskimäärin 24,9 kertaa/as . a. Vuodessa järvessä on arvioitu olevan n. 20 000 uintikertaa, jotka jakaantuvat seuraavasti:

	Uintikerrat	henkilöä kohti
Ranta-asukkaat ja huvilanomistajat	12 000	24,9
Kunnan leirintäalue	3 000	1,0
Majaniemen leirintäalue	800	1,0
Yleiset uimarannat	4 000	3,0

Leirintäalueiden uintikerrat on arvioitu tiedustelemalla alueen henkilökunnalta. Yleisten uimarantojen käyttäjämäärän on arvioitu olevan n. 10 % kunnan väestöstä.

Koska järven ranta-asukkaiden ja huvilanomistajien uintikertojen määrä asukasta kohti on varsin suuri, ei näiden käyttäjien uintikertojen määrän voida olettaa kasvavan, vaikka järven tila paranee. Leirintäalueiden ja yleisten uimarantojen käyttäjien uimakertojen määrän voidaan olettaa kasvavan vedenpinnan noston, veden laadun paranemisen ja uimarantojen kunnostuksen vuoksi. Varsinkin seurakunnan rannan käyttöä on haitannut rannan huono kunto.

Uintiarvon laskemiseksi on oletettu käyttäjien määrän pysyvän samana. Uintikertojen on arvioitu lisääntyvän seuraavasti:

	Uintikertojen lisäys	lisäys kertaa/h
Kunnan uimaranta	3 000	1,0
Majaniemen leirintäalue	1 600	2,0
Yleiset uimarannat	1 400	1,0

Uintikerran hinnaksi on arvioitu nykyhintatasossa 5,5 mk (30).
Uinnista tuleva hyöty on $6\,000 \cdot 5,5 \text{ mk/a} = 33\,000 \text{ mk/a}$.

Harrastuskertojen mukaan lasketut vuotuiset arvot kapitalisoidaan kertomalla luvulla 16,5, joka vastaa 6 % korkoa, kun laskenta-aikana on käytetty 30 vuotta. Uinnista aiheutuva hyöty on $16,5 \cdot 33\,000 \text{ mk} = 544\,500 \text{ mk}$.

Veneilykertoja muussa kuin kalastustarkoituksessa on virkistyskäyttötutkimuksen mukaan vuodessa ollut keskimäärin 1 200 kpl eli noin 20 kertaa venettä kohti. Voidaan olettaa, että veneily harrastuksena kasvaa järvellä parempien olosuhteiden vuoksi. Uusia veneitä arvioidaan tulevan 60 kpl eli veneiden lukumäärä kaksinkertaistuu. Veneilykertojen lukumäärä venettä kohden arvioidaan samaksi kuin vanhoilla veneillä. Veneilykerran hinnaksi on arvioitu nykyhintatasossa 10 mk/kerta (30).

Veneilystä tulee hyötyä $60 \cdot 20 \cdot 10 \text{ mk/a} = 12\,000 \text{ mk/a}$.
Kokonaishyödyksi tulee $16,5 \cdot 12\,000 \text{ mk} = 198\,000 \text{ mk}$.

10.2 KALASTUS

Kalastus Nummijärvässä on virkistys- ja kotitarvekalastusta. Järvestä saatavan saaliin määrää selvitettiin kalastustiedustelulla ja myytyjen kalastuslupien, katiska- ja verkkomerkkien avulla. Vuoden 1983 kokonaissaaliiksi saatiin 2 930 kg, jolloin hehtaarisaaalis on 6,0 kg/ha. Kalansaaliista hauen osuus oli 68 % ja ahvenen 21 %. Loppuosa 11 % koostui made-, järvitaimen- ja siikasaaliista.

Vedenpintaa nostettaessa järven pinta-ala kasvaa. Kalastushyötyä laskettaessa oletetaan, että hehtaarisaaalis pysyy samana, jolloin hyötyä aiheutuu pinta-alan lisäyksen mukaan $20 \cdot 6,0 \cdot 8 \text{ mk/a} = 960 \text{ mk/a}$.

Nummijärveen istutettavien planktonsiian poikasten arvioidaan lisäävän hehtaarisaaalista $3,0 \text{ kg/ha}$. Tästä tulee kalastushyötyä $488 \cdot 3,0 \cdot 8 \text{ mk/a} + 20 \cdot 3,0 \cdot 8 \text{ mk/a} = 12\,192 \text{ mk/a}$.

Nummijärven kalastuskunta on vuosittain myynyt 300 kpl kalastuslupia, katiska- ja verkkomerkkejä. Vuonna 1973 oli järvellä henkeä kohti kalastuskertoja 5 kpl/a . Saaliskalojen määrän ja laadun parantuessa voidaan kalastuskertojen arvioida kasvavan $2 \text{ kpl/as} \cdot \text{a}$. Kalastuskerran hinnaksi on arvioitu nykyhintatasossa 7 mk (30). Kalastuskertojen kasvusta tulee hyötyä $480 \text{ as} \cdot 2 \text{ kpl/as} \cdot 7 \text{ mk/kpl} = 6\,720 \text{ mk/a}$.

Kalastuksen hyödyksi saadaan yhteensä $19\,872 \text{ mk/a}$. Kalastuksen kokonaishyödyksi tulee $328\,000 \text{ mk}$.

10.3 PENGERTÄMISESTÄ TULEVAT HYÖDYT

Nummijärven länsirannan etelä- ja pohjoisosan peltujen ja huvilatonttien pengertämisestä tulevaa hyötyä on arvioitu kaksijyvamenetelmällä. Kaksijyvamenetelmä perustuu kahden suhteellisen arvon, jyväluvun, käyttämiseen. Maanarvojyvä ilmaisee tiluskuvion maaperän luontaisen kasvukyvyn ja viljelyarvon. Kuivatusjyvä puolestaan kuvaa maan parantumista kuivatuksen ansiosta.

Maanarvo- ja kuivatusjyvän tulo, hyötyluku, kerrottuna vastaavan osittelukuvion pinta-alalla, ilmaisee kunkin tilan hyödyn muunnettuina hehtaareina. Koko kuivatusalueelle tuleva hyöty saadaan kertomalla muunnettujen hehtaarien määrä viljelysmailla alueen hyvän pellon hinnalla, tonteilla tontin keskimääräisellä kauppahinnalla ja metsämaalla metsän maapohjan veroluokkien mukaisilla hinnoilla (17).

10.3.1 Maatalous

Peltomaan hinnaksi on arvioitu 20 000 mk/ha kohdan 9.1 mukaan. Pengerryksestä tuleva hyöty maataloudelle eri vaihtoehtoissa on seuraava:

Vaihtoehto	muunnettu pinta-ala (ha)	hyöty (mk)
A	27,23	544 600
B	32,74	654 800

10.3.2 Metsätalous

Metsämaan hehtaarihintana on eri veroluokissa käytetty kohdan 9.2 arvoja. Metsätaloudelle tuleva hyöty eri vaihtoehtoissa veroluokittain on esitetty taulukossa 16.

Taulukko 16. Metsätaloudelle pengertämisestä tuleva hyöty eri vaihtoehtoissa veroluokittain Nummijärven kunnostushankkeessa.

Vaihtoehto	Veroluokka	Muunnettu pinta-ala (ha)	Hyöty (mk)	Hyöty yhteensä (mk)
A	III	0,43	323	
	J	0,23	46	369
B	III	0,79	593	
	J	0,89	178	771

10.3.3 Tonttimaa

Tonttimaan keskimääräinen hinta on alueella kohdan 10.1 mukaan 20 mk/m². Pengerryksestä tulee hyötyä rantatonteille kuivatuksen parantuessa vaihtoehdossa B 6,32 mha:lle 1 264 000 mk.

10.4 VEDENPINNAN NOSTOSTA MAATALOUELLE TULEVA HYÖTY

Vedenpinnan noston vaikutusten arvioimiseksi kesäaikana rantamaiden peltoviljelyyn on käytetty kohdassa 9.1.3 esitettyä vedenkorkeuksien jakaumien muutoksiin perustuvaa laskentamallia. Kesäjaksolla tarkastellaan tässä mallissa sadon määrän riippuvuutta kuivavarasta.

Maataloudelle tuleva hyöty hehtaaria kohden on esitetty liitteessä 13. Hyödyt diskontattiin käyttäen 6 % korkokantaa ja 30 vuoden laskenta-aikaa eli kerroin on 13,76. Taulukossa 17 on esitetty maataloudelliset hyödyt kesäjaksolle sekä pintaaloilla kerrotut kokonaishyödyt eri patovaihtoehdoilla.

Taulukko 17. Nummijärven kunnostussuunnitelman maataloudelliset hyödyt kesäjaksolla eri korkeusasemilla sekä peltopinta-aloilla kerrotut kokonaishyödyt eri pohjapatovaihtoehdoilla.

V A I H T O E H T O 1			
Korkeus N ₄₃ (m)	Kesähyöty (mk)	Peltopinta- ala (ha)	Kokonaishyöty (mk)
161,30	47 427	2,86	135 640
161,00	43 649	0,56	24 440
160,70	26 375	0,23	6 070
Σ KOKONAISHYÖTY			166 200

V A I H T O E H T O 2			
Korkeus N ₄₃ (m)	Kesähyöty (mk)	Peltopinta- ala (ha)	Kokonaishyöty (mk)
161,30	50 806	2,86	145 310
161,00	46 603	0,56	26 100
160,70	27 921	0,23	6 420
Σ KOKONAISHYÖTY			177 800

11. KUSTANNUKSET JA HANKKEEN KANNATTAVUUS

11.1 KUSTANNUKSET

Hankkeen kokonaiskustannukset on laskettu vuoden 1984 hintatason mukaisesti. Kustannuksia syntyy ojien kaivamisesta, Nummijoen perkauksesta, pohjapadosta, penkereistä, teiden korotuksista, pumppaamoista, putkiojasta, rummuista, uimarantojen ruoppaamisesta ja siian istutuksesta. Lisäksi kustannusarviossa on esitetty veden hapettamisen kustannukset olettaen hapetuksen kestävän 20 vuotta.

Maanrakennustöiden ja mittaustöiden kustannuksien laskemisessa on käytetty Vaasan vesipiirin alueella toteutettujen hankkeiden yksikkökustannuksia. Materiaalikustannukset perustuvat kustannustietoihin (21), tiedusteluihin ja arviointiin.

Seuraavassa on tarkasteltu hankkeen kustannuksia neljässä eri tapauksessa - molempia pohjapatovaihtoehtoja on vertailtu penkereen sijainnin perusteella:

Vaihtoehto 1 A

Tässä tapauksessa pohjapadossa on kynnys padon harjan yläreunassa ja tulvapenger on rantatonttien takareunassa.

Vaihtoehto 1 B

Patotyyppi on sama kuin edellä, mutta tulvapenger on järven rannassa.

Vaihtoehto 2 A

Pohjapadossa on tässä tapauksessa sen alareunassa minimivirtaaman purkamista varten putki. Tulvapenger on rantatonttien takarajalla.

Vaihtoehto 2 B

Pohjapato on sama kuin edellä, tulvapenger on järven rannassa.

11.1.1 Rakennuskustannukset

Rakennuskustannukset on esitetty liitteessä 15. Kokonaiskustannukset eri vaihtoehtoisissa ovat taulukossa 18.

Taulukko 18. Rakentamisen kokonaiskustannukset eri vaihtoehtoisissa Nummijärven kunnostushankkeessa.

Työvaihe	Vaihtoehto			
	1 A	1 B	2 A	2 B
Eristys- ja kuivatusojat	249 000	249 000	249 000	249 000
Tulvapenkereet	372 000	525 000	372 000	525 000
Nummijoen perkaus	56 000	56 000	56 000	56 000
Teiden korotukset	81 000	24 000	81 000	24 000
Pohjapato	110 000	110 000	139 000	139 000
Pumppaamot	228 000	228 000	228 000	228 000
Alijohdot	30 000	30 000	30 000	30 000
Putkioja	49 000	49 000	49 000	49 000
Rummut	240 000	240 000	240 000	240 000
Uimapaikkojen ruoppaus	129 000	129 000	129 000	129 000
KOKONAISKUSTANNUKSET	1 544 000	1 640 000	1 573 000	1 669 000

11.1.2 Muut kustannukset

Planktonsiian istutus maksaa ensimmäisenä vuonna 9 906 mk ja seuraavina vuosina 4 953 mk/a. Kokonaiskustannukseksi tulee 6 % laskentakoron ja 30 vuoden laskenta-ajan mukaan 77 300 mk.

Veden hapettamisen käyttökustannukset ovat 40 100 mk/a. Ensimmäisenä vuonna kokonaiskustannukset ovat 62 100 mk ja seuraavina vuosina 50 100 mk/a. Kustannusero syntyy ensimmäisenä vuotena tehtävästä liitännästä muuntajaan ja muista materiaalihankinnoista. Kokonaiskustannukset ovat 6 % korkokannan ja 20 vuoden käyttöajan mukaan 590 000 mk.

11.2 HANKKEEN KANNATTAVUUS

Hyöty-kustannusanalyysia voidaan käyttää, kun halutaan selvittää, onko hanke kannattava eli onko siitä enemmän tuloja kuin menoja. Tätä menetelmää käytettäessä verrataan hankkeesta saatavaa hyötyä hankkeesta aiheutuviin kustannuksiin. Hyödyt ja kustannukset on muunnettu vertailukelpoiseksi nykyarvo-menetelmän mukaan. Hyöty-kustannussuhde on kannattavuuden kriteeri. Jos tämä suhde on yhtä suuri tai suurempi kuin yksi, on hanke kannattava kyseessä olevalla laskentakorkokannalla, jonka korkeus vaikuttaa tulokseen. Nettoperiaatteen mukainen hyöty-kustannussuhde korostaa perusinvestoinnin kannattavuutta, kun taas bruttoperiaatteella tapahtuva laskenta painottaa resurssien käyttöä kokonaisuudessaan. Tässä tapauksessa on käytetty bruttoperiaatetta sen vähäisemmän tulkinnanvaraisuuden vuoksi (30).

Hankkeen kokonaiskustannuksia laskettaessa on kohdassa 11.1 esitettyjen vaihtoehtojen 1 A, 1 B, 2 A ja 2 B rakennuskustannuksiin lisätty kalan istutuksen, veden hapettamisen kustannukset, maa- ja metsätaloudelle aiheutuvat haitat, voimataloushaitta ja korvaukset maapohjasta. Hyötyä edellä mainituille neljälle vaihtoehdolle tulee virkistyskäytöstä, kalastuksesta ja tulva-alueiden pengertämisestä. Kustannukset, kokonaiskustannukset ja hyödyt sekä hyötykustannussuhde eri vaihtoehdoista on esitetty taulukossa 19.

Taulukko 19. Nummijärven kunnostushankkeen kokonaiskustannukset ja hyödyt sekä hyöty-kustannussuhde eri vaihtoehtoissa (ks. vaihtoehdot sivu 102).

Kustannustekijä	Vaihtoehto			
	1 A	1 B	2 A	2 B
	Kustannukset (mk)			
Rakennuskustannukset	1 544 000	1 640 000	1 573 000	1 669 000
Kalan istutus	77 000	77 000	77 000	77 000
Veden hapettaminen	590 000	590 000	590 000	590 000
Maatalouden maapohjan korvaukset	103 000	74 000	103 000	74 000
Maatalous, rikkoutumishaitta	38 000	38 000	38 000	38 000
Peltojen vettymishaitta	82 000	82 000	99 000	99 000
Metsätalous, korvaukset ja haitta	6 000	7 000	6 000	7 000
Korvaus rantatonttien maapohjasta	54 000	276 000	54 000	276 000
Voimataloushaitta	288 000	288 000	186 000	186 000
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ	2 782 000	3 072 000	2 726 000	3 016 000
Hyötytekijä	Hyöty (mk)			
Rantatonttien arvon nousu	1 614 000	1 614 000	1 614 000	1 614 000
Uinti ja veneily	742 000	742 000	742 000	742 000
Kalastus	328 000	328 000	328 000	328 000
Pengertämisestä tuleva hyöty	545 000	1 920 000	545 000	1 920 000
Maataloudelle kesällä vedenpinnan nostosta tuleva hyöty	166 000	166 000	178 000	178 000
HYÖDYT YHTEENSÄ	3 395 000	4 770 000	3 407 000	4 782 000
HYÖTY-KUSTANNUSSUHDE	1,22	1,55	1,25	1,59

Kustannukset ovat suurin piirtein samaa suuruusluokkaa vaihtoehtoissa 1 A ja 2 A. Vaihtoehtojen 1 B ja 2 B kustannukset ovat 290 000 mk suuremmat. Lisäkustannukset syntyvät pääasiassa tonttimaan lunastuksesta. Hankkeesta saatava hyöty riippuu eniten tontin arvon noususta, peltojen ja tonttimaan kuivatuksen paranemisesta. Suurin hyöty saavutetaan rakennettaessa tulvapenger rantaan.

Kustannusten ja hyötyjen suhde osoittaa, että tarkastellut vaihtoehdot ovat taloudellisesti kannattavia. Kannattavin on vaihtoehto 2 B. Tämä vaihtoehto ei kuitenkaan ole halvin kustannuksiltaan, mutta sen etuna vaihtoehtoon 2 A verrattuna on, että nykyiset rantatontit on suojeltu tulvilta. Lisäksi vaihtoehtoon 1 B verrattuna vaihtoehdossa 2 B minimivirtaama pysyy paremmin Nummijoessa.

12. L Ä H D E L U E T T E L O

- (1) Aho, M., Turvetuotannon vesien kiintoaineen sedimentoituminen laboratoriomittakaavan allaskokein tutkittuna. Turveteollisuus 3. Turveteollisuus ry. Helsinki 1984. s 25 - 35.
- (2) Arovaara, H., Metsäojitusten haittavaikutuksista sekä metsäojitusalueiden tilasta Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla. Pro gradu-työ Helsingin yliopiston ympäristönsuojelun laitos. Helsinki 1979. s 1 - 62.
- (3) Frisk, T., Vedenlaatuennusteiden laadinnan perusteet.
Kyläharakka, T., Vesihallituksen monistesarja 1981:53.
Vesihallitus. Helsinki 1981. s 1 - 20.
- (4) Granberg, K., Etelä-Päijänteen rehevöitymisuhan selvitys. Jyväskylän tutkimuskeskuksen tiedonanto 105. Jyväskylä 1979. s 1 - 35.
- (5) Haapala, K., Sadeveden laatu Suomessa vuonna 1971. Vesihallituksen tiedotus 26. Vesihallitus. Helsinki 1972. 49 s.
- (6) Hajakuormitusselvitys, vesiensuojelun tavoiteohjelmaprojekti osaraportti n:o 10. Vesihallituksen monistesarja 1983:197. Vesihallitus. Helsinki 1984. s 9 - 30.
- (7) Heinonen, P., Quantity and composition of Phytoplankton in Finnish inland waters. Publication of Water Research Institute 37. Helsinki 1980. p 3 - 61.
- (8) Hosia, L., Hydraulikka luku 2. RIL 141. Yleinen vesitekniikka. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. Helsinki 1982. s 119 - 196.

- (9) Kairesalo, T., Järvien ekologinen tutkimus. Järviseminaari 25 - 26.11.1982. Kuopion korkeakoulu. Kuopio 1983. s 63 - 72.
- (10) Kauppi, L., Phosphorus and nitrogen input from rural population, agriculture and forest fertilization to watercourses. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 34. Vesihallitus. Helsinki 1979. p 35 - 46.
- (11) Kettunen, J., Ravinteiden kierto matalassa eutrofisessa järvessä - sovellutuskohteena Vihdin Enäjärvi. Teknillinen korkeakoulun vesitalouden laboratorio n:o 20. Helsinki 1980. 155 s.
- (12) Kurimo, U., Vesikasvit kertovat vesien tilasta. Suomen luonto 1975. Helsinki 1975. s 268 - 273.
- (13) Kuusela, J., Vesistöjen säännöstelyn tekniikka luku 4. RIL 141. Yleinen vesitekniikka. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. Helsinki 1982. s 243 - 290.
- (14) Kuusisto, E., Hydrologia luku 1. RIL 141. Yleinen vesitekniikka. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. Helsinki 1982. s 10 - 118.
Mälkki, E.,
- (15) Lappalainen, E., Järvien ekologinen tutkimus. Järviseminaari 25 - 26.11.1982. Kuopion korkeakoulu. Kuopio 1983. s 109 - 123.
- (16) Linkola, K., Alueellista lajitylöstä vesiemme putkikasveista. Helsingin yliopiston limnologian laitos. Helsinki 1932. 69 s.
- (17) Maankuivatukseen suunnittelu, tekstiosa. Vesihallituksen monistesarja 1983:204A. Vesihallitus. Helsinki 1983. 217 s.

- (18) Marstio, E., Järven kunnostaminen vesisyvyyttä lisäämällä. Tampereen teknillinen korkeakoulu Rakennustekniikan osasto vesitekniikka n:o 4. Tampere 1979. 114 s.
- (19) Mattila, H., Kaava-alueen maankäytön vaihtoehdot taustatutkimus: Klaukkalan tekojärven ja vaihtoehtoisen kuivatuksen kustannus-hyötyanalyysi. Diplomityö Tampereen teknillinen korkeakoulu rakennustekniikan osasto. Tampere 1984. s 70 - 110.
- (20) Puranen, H., Tutkimusselostus Räyrinkijärvistä. Oulun yliopiston vesirakennustekniikan laitos. Oulu 1983. 36 s. Julkaisematon.
- (21) Rakentajain kalenteri 1983. Rakentajain kustannus Oy. Helsinki 1982. s 867 - 1055.
- (22) Rantayleiskaava, Nummijärvi, Säkkijärvi ja Ikkeläjärvi. Kauhajoen kunta. Seinäjoki 1979. 7 s. Julkaisematon.
- (23) Sallantaus, T., Turvetuotannon vesistökuormitus. Pro gradu-työ Helsingin yliopiston limnologian laitos. Helsinki 1983. 114 s.
- (24) Seppänen, P., Järven kunnostuksen limnologiset perusteet ja toteutusmahdollisuudet. Vesihallituksen julkaisuja 3. Vesihallitus. Helsinki 1973. 174 s.
- (25) Seppänen, P., Järvien happikadon torjunta suomalaisella Hydixor-menetelmällä. Ympäristö ja terveys 9 - 10/1980. Terveysalan teknikot ry. Helsinki 1980. s 665 - 682.
- (26) Seuna, P., Pienten alueiden valumien toistuvuusanalyysi. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 48. Vesihallitus. Helsinki 1982. 77 s.

- (27) Suomen meteorologinen vuosikirja. Sade- ja lumihavainnot 1976. Ilmatieteen laitos. Helsinki 1979. 118 s.
- (28) Tuononen, E., Vedenkorkeusvaihteluiden vaikutus ranta-
Vähäsöyrinki, E., maiden viljelyyn ja puustoon. Tiedotus
Österlund, P., 206. Vesihallitus. Helsinki 1981. 125 s.
- (29) Vesiensuojelun periaatteiden soveltamisesta. Vesihallituksen julkaisuja n:o 16. Vesihallitus. Helsinki 1976. 352 s.
- (30) Vesistösuunnitelmien kannattavuuslaskelmat. Vesihallituksen tiedotus 19. Vesihallitus. Helsinki 1972. 145 s.
- (31) Voimakkaasti säännösteltyjen tekojärvien ominaisuuksista, käytöstä ja kunnostuksesta. Vesihallituksen tiedotus 8. Vesihallitus. Helsinki 1971. s 5 - 28.

NUMMIJÄRVEN VEDENLAATU ERI HAVAINTOASEMILLA

1.11.1967 - 11.7.1973

Aika	1967				1970			1972			1973						
	1.11				7.4			20.3			5.4		11.7				
Piste	1		3		1			3			1		3		3		
Syvyys m	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	1,8	2,6	1,0	2,0	2,4	1,0	2,0	1,0	2,0	2,8	1,0	2,0
t °C	5,2	5,2	5,2	5,2	1,3	1,9	2,9	1,0	2,2	2,9	2,8	3,5	21,5	21,4	21,4	21,5	21,4
O ₂ mg/l	11,2	11,3	11,3	11,4	6,8	5,5	3,8	3,7	2,7	2,9	11,1	8,6	7,8	7,7	7,8	7,9	7,9
O ₂ kyll. %	92	92	92	93	50	41	28	27	20	22	85	67	91	89	90	92	92
Sameus opt. suod.	-	-	-	-	4	4	-	1	4	-	1,3	1,8	-	-	-	-	-
Kiinto mg/l	-	-	-	-	-	-	-	0,6	4,4	-	2,8	5,0	-	-	-	-	-
Johtok. mS/m	2,8	2,8	2,8	2,8	4,3	4,2	-	4,4	4,2	4,0	3,7	3,9	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3
Alk. mval/l	0,04	0,04	0,08	0,03	0,18	0,14	-	0,11	0,13	-	0,15	0,12	0,06	0,06	0,06	0,04	0,04
pH	6,0	6,0	6,0	6,0	6,2	6,0	-	5,6	5,6	5,5	6,1	5,9	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Väri Pt mg/l	135	135	130	130	60	80	-	110	130	-	45	85	95	95	-	90	90
KHT KMnO ₄ -kul.	17,9	17,9	17,5	17,7	8,6	11,1	-	14,7	16,1	-	6,6	11,5	-	-	-	-	-
Kok.N µg/l	800	800	800	800	600	600	-	900	800	-	500	600	500	500	-	600	500
Kok.P µg/l	50	40	40	40	10	10	-	30	30	-	25	30	40	40	40	40	40
Fe µg/l	1 200	1 200	1 200	1 200	490	720	-	930	1 200	-	350	610	-	-	-	-	-
Mn µg/l	0	20	0	0	100	100	-	120	170	-	40	70	-	-	-	-	-
Sulf. µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NUMMIJÄRVEN VEDENLAATU ERI HAVAINTOASEMILLA

9.7.1974 - 21.2.1978

Aika	1974	1975		1976		1977								1978			
	9.7	25.3		23.3	22.7	24.3		12.10		8.11				21.2			
Piste	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	1	1	4	4
Syvyys m	1,0	1,0	2,0	0,2	1,0	1,0	2,4	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	1,5
t °C	18,5	1,9	2,4	-	18,9	0,5	2,1	4,1	4,1	4,8	4,7	4,7	4,7	0,9	2,1	1,1	1,8
O ₂ mg/l	9,1	9,5	5,8	2,2	9,3	5,3	0,6	12,2	12,2	11,8	11,7	11,8	-	9,6	6,4	11,6	11,4
O ₂ kyll. %	100	71	44	-	103	38	5	92	92	95	94	95	-	70	48	85	85
Sameus opt. suod.	1,8	1,3	5,6	*2,5	*8,3	*1,6	4,7	*2,8	2,8	*3,5	3,7	*3,6	3,7	*1,7	2,4	*1,8	1,7
Kiinto µg/l	-	-	-	1,6	13,5	0,8	8,5	6,1	5,3	6,3	6,2	11,0	6,4	1,6	3,6	2,5	2,1
Johtok. mS/m	2,9	4,6	5,6	5,1	3,4	5,1	6,2	3,1	3,1	35,0	35,0	36,0	34,0	5,2	4,7	5,5	5,5
Alk. mval/l	0,07	0,11	0,14	0,16	0,07	0,13	0,31	0,16	0,07	0,06	0,07	0,09	0,08	0,12	0,12	0,11	0,11
pH	6,4	5,8	5,9	5,9	6,5	6,3	6,4	7,3	6,3	6,2	6,2	6,2	6,6	6,1	5,7	6,0	6,0
Väri Pt mg/l	85	140	160	95	140	40	280	85	85	100	100	100	100	100	140	140	120
KHT KMnO ₄ -kul.	-	18,8	19,0	12,2	15,2	7,2	18	13	13	19	20	18	18	17,0	19,0	23	24,0
Kok.N µg/l	400	900	1 000	900	1 200	1 100	1 200	430	510	600	440	650	560	750	600	800	800
Kok.P µg/l	30	35	55	30	56	20	40	42	49	48	48	50	53	36	34	42	44
Fe µg/l	900	900	1 100	1 600	1 100	680	650	890	940	870	910	910	900	790	1 300	960	1 000
Mn µg/l	-	-	-	-	74	110	170	38	47	34	51	81	41	70	190	110	84
Sulf. µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Sameus FTU

NUMMIJÄRVEN VEDENLAATU ERI HAVAINTOASEMILLA

11.4.1978 - 6.8.1980

Aika	1978										1979			1980				
	11.4			6.6			8.7		4.12		20.6		3.10	27.3		26.6	6.8	
Piste	1	4		1	4		1	4	4		1	4	4	1	4	4	4	
Syvyys m	1,0	1,5	1,0	1,0	1,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,4	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	1,0
t °C	2,1	2,4	2,1	18,6	18,6	18,8	17,2	16,7	0,2	0,4	16,4	16,1	5,6	0,9	2,5	0,9	16,0	21,4
O ₂ mg/l	5,8	3,7	8,8	8,9	9,1	9,0	8,5	8,7	14,2	11,4	9,4	9,3	11,5	5,3	2,5	4,9	9,4	8,4
O ₂ kyll.%	44	28	66	98	100	99	92	92	101	82	99	97	95	39	19	36	98	97
Sameus FTU	1,7	3,3	1,7	2,5	2,8	2,5	2,7	4,1	2,1	2,2	3,0	3,0	3,1	2,3	2,8	3,3	3,7	3,6
Kiinto mg/l	1,2	1,0	1,4	4,6	5,3	5,6	4,6	4,5	2,5	2,6	4,0	3,7	4,3	1,1	1,8	1,0	6,7	6,0
Johtok. mS/m	4,7	4,9	5,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,3	4,1	3,5	3,5	3,7	6,2	5,8	5,4	3,4	3,8
Alk. mval/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09	0,08	0,10	0,20	0,18	0,14	-	-
pH	6,1	6,9	6,0	6,9	6,9	6,8	6,9	6,8	6,3	6,3	6,7	6,6	6,9	6,2	6,0	6,0	6,9	7,0
Väri Pt mg/l	60	110	100	90	90	90	60	60	80	80	70	70	80	80	100	100	100	100
KHT KMnO ₄ -kul.	7,3	11	16	12	13	13	13	13	14	14	12	12	17	13	17,5	14	-	-
Kok.N µg/l	500	610	690	570	610	630	670	750	600	530	740	580	820	1 200	690	780	-	-
Kok.P µg/l	30	35	47	43	71	48	44	42	26	27	31	36	34	30	30	30	-	-
Fe µg/l	900	2 900	910	1 100	1 100	990	710	650	480	540	730	690	740	1 000	1 400	1 300	-	-
Mn µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	130	160	200	-	-
Sulf. µg/l	-	-	3 000	2 800	2 900	-	-	-	-	-	3 100	4 200	4 200	-	-	-	-	-

NUMMIJÄRVEN VEDENLAATU ERI HAVAINTOASEMILLA

18.3.1981 - 23.3.1983

Aika	1981				1982						1983			
	18.3	27.6	4.8	7.10	31.3	19.5	21.6	21.7	17.8	23.3				
Piste	4	4	4	1	4	4	1	4	4	1		1	4	
Syvyys m	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	1,0	2,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	1,0
t °C	1,8	14,2	17,0	9,4	1,2	7,3	7,3	11,2	11,2	18,8	17,2	1,1	2,8	0,4
O ₂ mg/l	1,7	9,7	9,2	9,9	8,3	11,3	11,4	10,3	10,3	8,2	–	5,4	0,7	11,3
O ₂ kyll. %	13	98	98	89	59	94	94	94	94	88	–	38	5	78
Sameus FTU	2,1	2,4	3,2	2,5	1,1	1,8	2,0	2,0	2,0	4,3	13,0	1,9	3,9	1,5
Kiinto mg/l	0,5	4,9	6,8	5,7	1,1	4,3	5,0	5,9	5,6	11,0	16,0	2,0	5,7	1,6
Johtok. mS/m	6,2	3,2	3,5	3,6	4,2	3,0	2,9	2,7	2,7	3,2	3,2	5,4	5,1	5,1
Alk. mval/l	0,21	0,07	–	0,08	0,08	0,08	0,06	0,08	0,06	0,10	0,08	–	–	–
pH	6,1	6,4	6,5	6,4	5,8	6,3	6,3	6,3	6,2	6,7	7,1	5,8	5,8	5,6
Väri Pt mg/l	140	120	140	80	120	140	140	110	110	140	80	140	240	160
KHT KMnO ₄ -kul.	15	14,0	15,0	16	20	16	17	16	15	16	15	17	27	20
Kok.N µg/l	710	450	690	760	970	500	400	470	530	650	630	1 200	1 100	1 100
Kok.P µg/l	30	44	44	37	40	43	43	35	49	52	55	35	47	54
Fe µg/l	1 900	1 200	1 000	760	920	1 200	1 200	960	940	1 300	1 100	980	8 200	1 100
Mn µg/l	260	30	47	39	50	48	43	–	–	65	–	110	440	53
Sulf. µg/l	4 600	–	3 200	5 000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

NUMMIJÄRVEN VEDENLAATU ERI HAVAINTOASEMILLA

23.3.1983 - 4.1.1984

Aika	1983												1984					
	23.3										4.10		1.11	4.1				
	5	6	7	8	9	10	11	12	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Syvyys m	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,4	1,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
t °C	1,5	1,1	0,8	0,4	0,4	0,6	0,9	0,4	1,1	5,1	4,8	2,6	1,0	1,3	1,5	1,9	3,5	4,3
O ₂ mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,0	11,9	12,7	12,0	11,0	9,9	6,8	0	0
O ₂ kyll. %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	93	92	93	84	78	71	51	0	0
Sameus FTU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,3	3,4	2,2	-	-	-	-	-	-
Kiinto mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,3	5,6	13,0	-	-	-	-	-	-
Johtok. mS/m	5,0	5,3	5,6	5,0	5,3	4,8	5,4	4,9	-	3,8	3,8	3,9	4,9	4,9	5,0	5,3	9,1	6,0
Alk. mval/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH	5,8	5,8	6,0	6,1	5,8	5,5	5,8	5,5	-	7,6	7,6	6,5	6,6	6,6	6,6	6,3	6,3	6,2
Väri Pt mg/l	100	100	100	180	180	140	100	160	120	60	60	90	50	50	50	80	360	70
KHT KMnO ₄ -kul.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,0	11,0	13	-	-	-	-	-	-
Kok.N µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	580	580	900	-	-	-	-	-	-
Kok.P µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	37	45	-	-	-	-	-	-
Fe µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	410	420	650	-	-	-	-	-	-
Mn µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	41	-	-	-	-	-	-	-
Sulf. µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NUMMIJÄRVEN VEDENLAATU ERI HAVAINTOASEMILLA

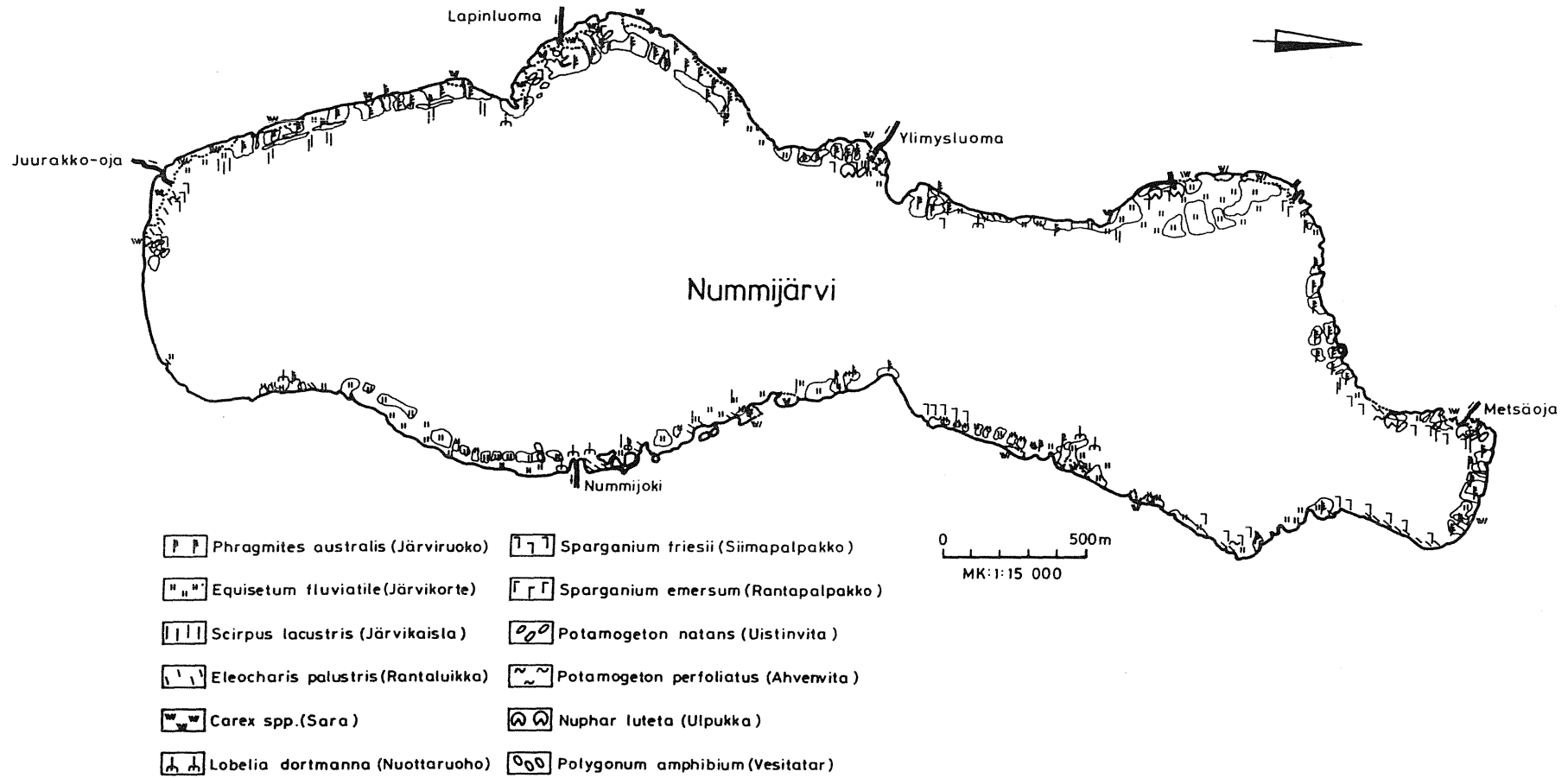
4.1.1984 - 26.6.1984

Aika	1984														
	4.1		17.1								28.2			26.6	
	4		1		12	13	14	15	16	1		4	2		
Piste	4		1		12	13	14	15	16	1		4	2		
Syvyys m	0,5	1,0	1,0	2,0	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,5	1,0	2,5
t °C	0,7	1,0	0,7	3,3	3,7	0,6	0,6	0,8	1,2	0,6	0,8	1,9	3,2	0,7	15,3
O ₂ mg/l	13,0	11,0	9,2	0	0	2,3	12,3	13,4	13,6	12,4	6,8	2,4	0	11,3	9,5
O ₂ kyl. %	91	76	64	0	0	16	85	94	96	86	48	17	0	81	95
Sameus FTU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	3,2	2,9	1,1	-
Kiinto mg/l	-	-	0,96	-	13,0	-	-	-	-	-	0,5	2,1	4,6	1,3	16,0
Johtok. mS/m	4,7	4,7	5,1	15,0	16,0	4,1	4,8	4,7	4,7	4,7	5,3	5,2	8,2	4,5	-
Alk. mval/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH	6,3	6,1	6,3	6,5	6,7	6,4	6,5	6,2	6,4	6,2	6,3	6,0	6,1	6,3	6,9
Väri Pt mg/l	50	50	45	430	430	40	60	60	60	70	50	140	260	70	80
KHT KMnO ₄ -kul.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,4	13,0	27,0	13,0	15,0
Kok.N µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	450	620	1 000	700	930
Kok.P µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	27	42	24	56
Fe µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	440	130	79	250	1 100
Mn µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72	180	370	38	-
Sulf. µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NUMMIJÄRVEN VEDENLAATU ERI HAVAINTOASEMILLA
15.8.1984 - 3.10.1984

Aika	1984											
	15.8						11.9		3.10			
	1		2		4		2		1		4	
Piste	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Syvyys m	1,0	1,5	1,0	2,7	1,0	1,5	1,0	2,5	1,0	2,0	1,0	2,7
t °C	16,0	16,0	15,9	15,8	15,8	15,9	10,7	10,7	9,0	9,0	9,1	9,1
O ₂ mg/l	9,8	8,7	10,0	10,0	9,9	9,7	9,5	9,5	-	-	-	-
O ₂ kyll. %	99	88	101	101	100	98	85	85	-	-	-	-
Sameus FTU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kiinto mg/l	9,7	11,0	14,0	13,0	11,0	15,0	11,0	12,0	4,4	3,9	4,2	4,0
Johtok. mS/m	3,2	3,3	3,2	3,1	3,1	3,2	3,5	3,5	4,1	4,1	4,1	4,2
Alk. mval/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH	6,3	6,3	6,5	6,5	6,5	6,6	6,7	6,7	6,5	6,5	6,5	6,5
Väri Pt mg/l	90	120	120	120	120	120	100	100	100	100	120	120
KHT KMnO ₄ -kul.	17	17	19,0	19,0	19	18	16	16	17	17	17	17
Kok.N µg/l	1 700	1 700	1 800	1 800	1 800	1 700	1 600	1 900	1 300	1 200	1 200	1 200
Kok.P µg/l	83	72	67	74	76	69	65	68	61	55	51	53
Fe µg/l	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 400	1 700	1 300	1 200	1 200	1 100
Mn µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulf. µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NUMMIJÄRVEN VESIKASVILLISUUS ELOKUUSSA 1984




```

1:C*****
2:C      OHJELMA TUFLA.ALLAS
3:C*****
4:C LASKEE KAHDEN PERÄKKÄISEN ALTAAN VEDENKORKEUDET JA VIRTAAMAT
5:C VALIMA-ARVO- JA SAJEMÄÄRÄTIETOJEN PERUSTEELLA.ALTAIDEN VÄLINEN
6:C VIRTAAUS VOI TAPAHTUA KUMPAANKIN SUUNTAAN JA PURKAURUMISKÄYRÄ-
7:C PARVI ANNETAAN TAULUKKONA.ALEMPI ALLAS VOI PURKAUTUA LUONNOL-
8:C LISESTI TAI OLLA SÄÄNNÖSTELTY.
9:C*****
10:C
11:C
12:CFAAOHJELMAN ALKU
13:C
14:C
15:      DIMENSION NEHTO(5)
16:      DIMENSION ALA1(50),TILAV1(50),ALA2(50),TILAV2(50)
17:      DIMENSION QPARVI(15,11),T4(11),QPURKU(30),T1(9),T2(13),T3(3)
18:      DIMENSION SUURE(2,2)
19:      CHARACTER*15 TX1(2)
20:      CHARACTER*72 OTSIK(4)
21:      CHARACTER*1 TX2(2),POINT(61,124)
22:      CHARACTER*132 RIVI
23:      CHARACTER*2 TX3(5)
24:C
25:C
26:      CALL AVAUS(T1,T2,T3,ALA1,TILAV1,ALA2,TILAV2,QPARVI
27:      & ,NLAATU,OTSIK,NEHTO)
28:      CALL AARVOT(T2,T3,DWMAX,DWTARK,WEDEL1,WEDEL2,PJAA1,WALA11,
29:      & WKYNS1,NVIIM,WALA21,WTIL11,WTIL21,ALINW1,ALINW2,WVALI)
30:      CALL LUKU(TX1,TX2,TX3,T4)
31:C
32:      IF(NLAATU.GT.1) THEN
33:      CALL SOHJE(T4,WEDEL2,POINT,OTSIK)
34:      ELSE
35:      CALL RUUTU(POINT,T4)
36:      IF(NLAATU.LT.1)CALL EISAAN(WKYNS2,NTASO,DWQISO,QPURKU,OTSIK)
37:      IF(NLAATU.GT.0) CALL POHJAP(HARLEV,HARKOR,XMY,Y,OTSIK)
38:      END IF
39:      IF(NEHTO(1).GT.0) CALL KARVOO
40:      IF(NEHTO(3).GT.0) CALL FYSYV
41:      TVJAA2=0.
42:      SLUMI=0.
43:      READ(8,550) IPVX,IKKX,NVUOSI
44:      KARKP=KARKU(NVUOSI)
45:      CALL TIME(IPVX,IKKX,KARKP,ITIME)
46:50      READ(8,530) NVUOSI,NLUKU
47:      KARKP=KARKU(NVUOSI)
48:      WRITE(6,*)NVUOSI
49:      IF(NEHTO(5).GT.0) CALL PIIRR(POINT,ITIME,KARKP)
50:      IF(NEHTO(1).GT.0) CALL KARVO1(NVUOSI)
51:      IF(NEHTO(2).GT.0) CALL FVILS(IPVX,IKKX,KARKP)
52:      DO 150 KIERR1=1,NLUKU
53:      CALL TULEVA(T1,SLUMI,SVALU1,QTUL01,QTUL02,PJAA1,PJAA2
54:      & ,KVRK,MERKKI)
55:      DO 140 KIERR2=1,KVRK
56:      WOLET2=WEDEL2
57:      PJAA2=PJAA1+PJAA2
58:      IF(NLAATU.EQ.2) CALL SJUOKS(WEDEL2,ITIME,QKOE2,NVUOSI)
59:      IF(WOLET2.GT.161.20)WRITE(6,*)NVUOSI,ITIME,WOLET2
60:70      DWI2=FRESKI(WEDEL2,WOLET2)
61:      IF(NLAATU.EQ.1) THEN
62:      APU=DWI2-HARKOR
63:      IF(APU.LT.0) APU=0
64:      QKOE2=2.95*XMY*APU*SQRT(APU)*HARLEV
65:      ELSE

```

```

66:      IF(NLAATU.EQ.0) QKOE2=QISOR(WOLET2,WKYNS2,DWQISO,QPURKU)
67:      ENDIF
68:      QT=QTULO2
69:      CALL TILAVS(WOLET2,PJAA2,ALINW2,WVALI,ALA2,
70:      &      TILAV2,WALA22,WTIL22)
71:      CALL XJAA(WTIL21,WTIL22,WALA21,WALA22,WEDEL2,WOLET2,PJAA1,
72:      &      PJAA2,ALINW2,WVALI,ALA2,TILAV2,MERKKI,TVJAA2,VJAA2)
73:      CALL TESTI1(WTIL21,WTIL22,WALA22,VJAA2,QMEN02,QT,QKOE2,
74:      &      DWTARK,DWMAX,WOLET2,*70)
75:      SUURE(2,1)=WEDEL2
76:      SUURE(2,2)=QMEN02
77:      IF(NEHTO(2).GT.0) CALL PVTUL2(SUURE)
78:      IF(NEHTO(3).GT.0) CALL PCURV(SUURE)
79:      IF(NEHTO(5).GT.0) CALL DRAW(WEDEL2)
80:      IF(NEHTO(1).GT.0) CALL KARVO2(SUURE)
81:      TVJAA2=TVJAA2+VJAA2
82:      WEDEL2=WOLET2
83:      PJAA1=PJAA2
84:      WALA21=WALA22
85:      WTIL21=WTIL22
86:      ITIME=ITIME+1
87:140    CONTINUE
88:150    CONTINUE
89:      ITIME=1
90:      IFVX=1
91:      IKKX=1
92:      IF(NEHTO(2).GT.0) CALL PVTUL3(NVUOSI)
93:      IF(NEHTO(1).GT.0) CALL KARVO3
94:      IF(NEHTO(5).GT.0) CALL PIIRT5(OTSIK,NVUOSI)
95:      IF(NVUOSI.NE.NVIIM) GO TO 50
96:      IF(NEHTO(1).GT.0) CALL KARVO4(TX2,TX3,OTSIK)
97:      IF(NEHTO(3).GT.0) CALL PCEND(OTSIK,TX1,TX2)
98:      IF(NEHTO(5).GT.0) THEN
99:      REWIND 11
100:      DO 380 I=1,5000
101:          READ(11,580,ERR=390,END=390)RIVI
102:          WRITE(9,580)RIVI
103:380    CONTINUE
104:      END IF
105:390    IF(NEHTO(2).GT.0) THEN
106:      REWIND 12
107:      DO 400 I=1,5000
108:          READ(12,580,ERR=410,END=410)RIVI
109:          WRITE(9,580)RIVI
110:400    CONTINUE
111:      END IF
112:410    CONTINUE
113:530    FORMAT(I5,I4,2I3)
114:550    FORMAT(2I3,I5)
115:580    FORMAT(A132)
116:      STOP 'LOPPU'
117:      END
118:C
119:C
120:C*****
121:      SUBROUTINE AVAUS(T1,T2,T3,ALA1,TILAV1,ALA2,TILAV2,QPARVI
122:      &      ,NLAATU,OTSIK,NEHTO)
123:C
124:C
125:      DIMENSION ALA1(50),TILAV1(50),ALA2(50),NEHTO(5)
126:      DIMENSION TILAV2(50),QPARVI(15,11),T1(1),T2(1),T3(1)
127:      CHARACTER*6 TNIMI
128:      CHARACTER*72 OTSIK(4)
129:C
130:C
131:      PRINT *, 'ANNA ALKUARVOTIEDOSTON NIMI:'
132:      READ(5,500) TNIMI

```

```

133:      OPEN(7,FILE=TNIMI,STATUS='OLD')
134:      PRINT *, 'ANNA VALUMA YM. TIEDOSTON NIMI:'
135:      READ(5,500)TNIMI
136:      OPEN(8,FILE=TNIMI,STATUS='OLD')
137:      PRINT *, 'ANNA TULOSTIEDOSTON NIMI:'
138:      READ(5,500)TNIMI
139:      OPEN(9,FILE=TNIMI,STATUS='NEW')
140:      READ(7,520)NLAATU
141:      DO 5 I=1,5
142:          READ(7,520)NEHTO(I)
143:5      CONTINUE
144:      READ(7,540) OTSIK(1)
145:      READ(7,540) OTSIK(2)
146:      READ(0,450) T1(7),T1(8)
147:      READ(7,540) OTSIK(3)
148:      READ(0,470) T1(9),MANNI
149:      T1(7)=T1(7)/1000.
150:      DO 10 N=1,6
151:          READ(7,510) T1(N)
152:          IF(N.LT.3) GOTO 10
153:          T1(N)=T1(N)/1000
154:10      CONTINUE
155:      IF(T1(9).EQ.0.) T1(8)=0.
156:      IF(T1(9).EQ.0.) T1(7)=0.
157:      DO 16 N=1,13
158:          READ(7,510) T2(N)
159:16      CONTINUE
160:      DO 18 N=1,3
161:          READ(7,510)T3(N)
162:18      CONTINUE
163:      CALL TLUKU1(ALA1,TILAV1)
164:      CALL TLUKU1(ALA2,TILAV2)
165:      READ(7,520) NTASVR
166:      READ(7,520) NTASIR
167:      READ(7,520) MANNIR
168:      IF(MANNI.NE.MANNIR) PRINT *, 'TARKISTA ALKUARV. M-KERROIN'
169:      READ(7,520)
170:      DO 20 N=1,NTASVR
171:          READ(7,530) (QPARVI(N,M), M=1,NTASIR)
172:20      CONTINUE
173:450      FORMAT(33X,F3.0,20X,F5.2)
174:470      FORMAT(29X,F3.0,34X,I2)
175:500      FORMAT(A6)
176:510      FORMAT(62X,F10.4)
177:520      FORMAT(62X,I5)
178:530      FORMAT(6X,15F6.3)
179:540      FORMAT(A72)
180:      RETURN
181:      END
182:C*****
183:      SUBROUTINE TLUKU1(A,V)
184:C
185:C
186:      DIMENSION A(1),V(1)
187:C
188:C
189:      READ(7,500) NTASO
190:      READ(7,500)
191:      READ(7,500)
192:      DO 10 N=1,NTASO
193:          READ(7,510) A(N),V(N)
194:10      CONTINUE
195:500      FORMAT(62X,I5)
196:510      FORMAT(20X,F8.3,10X,F8.3)
197:      RETURN
198:      END

```

```

200:      SUBROUTINE TULEVA(T1,SLUMI,SVALU1,QTUL01,QTUL02,PJAA1,PJAA2,
201:      &      KVRK,MERKKI)
202:C
203:      DIMENSION T1(1)
204:C
205:C
206:      READ(8,500) VALU1,VALU2,KSAD, PJAA2,KVRK,MERKKI
207:      VALU2=T1(1)*VALU1+T1(2)*VALU2
208:      QTUL01=T1(3)*VALU2
209:      QTUL02=T1(4)*VALU2
210:      QTULOX=T1(7)*VALU2-T1(8)
211:      QTULOX=AMIN1(QTULOX,T1(9))
212:      QTUL02=QTUL02+AMAX1(0,QTULOX)
213:      IF(MERKKI.LT.2) GOTO 20
214:      QTUL01=QTUL01+KSAD*T1(5)
215:      QTUL02=QTUL02+KSAD*T1(6)
216:      IF(MERKKI.GT.2) SLUMI=0
217:      IF(MERKKI.LT.4) GOTO 10
218:      QTUL01=QTUL01-PJAA2*T1(5)
219:      QTUL02=QTUL02-PJAA2*T1(6)
220:      PJAA2=0.
221:      GOTO 30
222:10      IF(MERKKI.GT.2) GOTO 30
223:      QTUL01=QTUL01+SLUMI*T1(5)*VALU1/SVALU1
224:      QTUL02=QTUL02+SLUMI*T1(6)*VALU1/SVALU1
225:      GOTO 30
226:20      SLUMI=SLUMI+KSAD
227:      IF(MERKKI.GT.0) GOTO 30
228:      READ( 8,*) SVALU1
229:500      FORMAT(2F8.2,I4,F8.2,2I3)
230:30      QTUL01=QTUL01/KVRK
231:      QTUL02=QTUL02/KVRK
232:      PJAA=(PJAA2-PJAA1)/KVRK
233:      RETURN
234:      END
235:C*****
236:      SUBROUTINE TILAUS(W2,PJ2,AW,AW,AW,A,T,WA2,WT2)
237:C
238:C
239:      DIMENSION A(1),T(1)
240:C
241:C
242:      APU=W2-PJ2
243:      CALL FKORDI(APU,AW,AW,NF,PF,NF)
244:      WA2=XHAARU(PF,A(NF),A(MF))
245:      IF((PF.GT.0.5).AND.(MERKKI.GT.20)) THEN
246:      MERKKI=MERKKI+1
247:      IF(MERKKI.GT.50)MERKKI=0
248:      WT2=T(MF)-(1-PF)*AW*(WA2+A(NF))/2.
249:      ELSE
250:      MERKKI=MERKKI+1
251:      WT2=T(NF)+PF*AW*(WA2+A(NF))/2.
252:      END IF
253:      RETURN
254:      END
255:C*****
256:      SUBROUTINE XJAA(WT1,WT2,WA1,WA2,W1,W2,PJ1,PJ2,
257:      &      AW,AW,AW,A,T,MRK,TJ,VJAA)
258:      DIMENSION A(1),T(1)
259:      VJAA=0.
260:      IF(MRK.GT.3) RETURN
261:      IF(PJ2.EQ.0.) THEN
262:      VJAA=-TJ
263:      RETURN
264:      ELSE
265:      APUJAA=(PJ2-PJ1)*FKESKI(WA1,WA2)
266:      END IF

```

```

267:      CALL TILAVS(W1,PJ2,AW,DW,A,T,WAX2,WTX2)
268:      CALL TILAVS(W2,PJ1,AW,DW,A,T,WAZ2,WTZ2)
269:      WTX2=WT1-WTX2
270:      WTZ2=WTZ2-WT2
271:      APUMAX=AMAX1(WTX2,WTZ2)
272:      APUMIN=AMIN1(WTX2,WTZ2)
273:      VJAA=AMIN1(APUJAA,APUMAX)
274:      VJAA=AMAX1(APUJAA,APUMIN)
275:      RETURN
276:      END
277: C*****
278:      FUNCTION PPARVI(DWI1,DWI2,QPARVI,T3)
279: C
280: C
281:      DIMENSION QPARVI(15,11),T3(3)
282: C
283:      IF(DWI2.GT.163.40)DWI2=163.40
284: C
285:      CALL FKORDI(DWI1,T3(3),T3(1),N1,P1,M1)
286:      CALL FKORDI(DWI2,T3(3),T3(2),N2,P2,M2)
287:      X1=XHAARU(P1,QPARVI(N1,N2),QPARVI(M1,N2))
288:      X2=XHAARU(P1,QPARVI(N1,M2),QPARVI(M1,M2))
289:      PPARVI=XHAARU(P2,X1,X2)
290:      RETURN
291:      END
292: C*****
293:      FUNCTION XHAARU(P1,X1,X2)
294: C
295:      XHAARU=X1+P1*(X2-X1)
296:      RETURN
297:      END
298: C*****
299:      SUBROUTINE FKORDI(W,ALIN,VALI,NF,PF,MF)
300: C
301:      RF=AMAX1(1.,(1+(W-ALIN)/VALI))
302:      NF=RF
303:      PF=RF-NF
304:      MF=NF+1
305:      RETURN
306:      END
307: C*****
308:      FUNCTION FKESKI(X,Y)
309: C
310:      FKESKI=0.5*(X+Y)
311:      RETURN
312:      END
313: C*****
314:      FUNCTION QISOR(W,ALIN,VALI,QIS)
315: C
316:      DIMENSION QIS(1)
317: C
318:      CALL FKORDI(W,ALIN,VALI,NF,PF,MF)
319:      QISOR=XHAARU(PF,QIS(NF),QIS(MF))
320:      RETURN
321:      END
322: C*****
323:      SUBROUTINE TESTI1(WV1,WV2,WA2,VJ,QX,QT,QK,DWT,DWS,WO,*)
324: C
325:      SAVE KIERTO
326:      QX=WV1-WV2+QT-VJ
327:      APU=QX-QK
328:      IF(ABS(APU).LT.DWT) THEN
329:          KIERTO=0
330:          RETURN
331:      END IF
332:      APU=APU/WA2
333:      IF(ABS(APU).LE.DWS)GOTO 10

```

```

334:      APU=ABS(APU)/APU*DWS
335:10      IF(KIERTO.GT.20) WRITE(6,*)WO,APU,QK,WV1,WV2,QT,VJ
336:      IF(KIERTO.GT.30) THEN
337:          APU=APU/1.9
338:          KIERTO=0
339:      ELSE
340:          KIERTO=KIERTO+1
341:      END IF
342:      WO=WO+APU
343:      RETURN 1
344:20      RETURN
345:      END
346:C*****
347:      SUBROUTINE TESTI2(WOLET1,WOLET2,WVERT1,WVERT2,DWT,*)
348:C
349:          IF(ABS(WOLET1-WVERT1).GT.DWT) RETURN 1
350:          IF(ABS(WOLET2-WVERT2).GT.DWT) RETURN 1
351:          RETURN
352:      END
353:C*****
354:      SUBROUTINE XMIMAX(X,Y,NS)
355:          IF(NS.LT.2)THEN
356:              IF(X.GT.Y) Y=X
357:              RETURN
358:          ELSE
359:              IF(X.LT.Y) Y=X
360:          ENDIF
361:          RETURN
362:      END
363:C*****
364:      SUBROUTINE SUMAUS(X,Y)
365:          Y=Y+X
366:          RETURN
367:      END
368:C*****
369:      SUBROUTINE XNOLL1(T,N4)
370:          DIMENSION T(2,2,5,14)
371:          DO 30 N1=1,2
372:              DO 20 N2=1,2
373:                  DO 10 N3=1,5
374:                      IF(N3.NE.5)THEN
375:                          T(N1,N2,N3,N4)=0.
376:                      ELSE
377:                          T(N1,N2,N3,N4)=100000.
378:                      END IF
379:10          CONTINUE
380:20          CONTINUE
381:30          CONTINUE
382:      RETURN
383:      END
384:C*****
385:      SUBROUTINE SOHJE(T4,WEDEL2,PISTE,OTSIK)
386:C
387:          DIMENSION OHTIME(120),OHV(120),OHQ1(120),OHQ2(120)
388:          DIMENSION LVUOSI(20),LARVO1(20),LARVO2(20),LPV(3)
389:          DIMENSION LKK(3),T4(11),ILPV(3)
390:          CHARACTER*72 OTSIK(1)
391:          CHARACTER*1 PISTE(61,124)
392:C
393:          SAVE
394:1      READ(7,*)
395:          READ(7,*)
396:          READ(7,*)
397:          READ(7,500) IOHI
398:          DO 10 I=1,(IOHI+1)
399:              READ(7,*)
400:10      CONTINUE

```



```

401:      READ(7,510) OTSIK(4)
402:      READ(0,520) QYLI
403:      READ(7,530) LPV(1),LKK(1),LPV(2),LKK(2),LPV(3),LKK(3)
404:      DO 15 M=1,3
405:      I=LPV(M)
406:      K=LKK(M)
407:      CALL TIME(I,K,0,ITIM)
408:      ILPV(M)=ITIM
409:15      CONTINUE
410:      READ(7,540) LTIETU
411:      READ(7,550) LRAJA1,LRAJA2
412:      DO 20 I=1,LTIETU
413:      READ(7,560) LVUOSI(I),LARVO1(I),LARVO2(I)
414:20      CONTINUE
415:      READ(7,500) ITIETU
416:      DO 30 I=1,ITIETU
417:      READ(7,570) OHTIME(I),OHV(I),OHQ1(I),OHQ2(I)
418:30      CONTINUE
419:      CALL PIIRTO(OHTIME,OHV,OHQ1,PJSTE,ITIETU,T4)
420:      RETURN
421:C-----
422:      ENTRY SJUOKS(WEDEL2,ITIME,QKOE2,NVUOSI)
423:C-----
424:      T=ITIME
425:      KARKP=KARKU(NVUOSI)
426:      IF((KARKP.GT.0).AND.(T.GE.60.))T=T-1.
427:      DO 40 I=2,ITIETU
428:      IF(OHTIME(I).LE.T) GOTO 40
429:      IF(OHTIME(I-1).GT.T) GOTO 40
430:      WX=XPOLO(T,I,OHTIME,OHV)
431:      IF(WEDEL2.GT.WX) GOTO 40
432:      QKOE2=OHQ1(I-1)
433:      IF(T.LT.ILPV(1)) RETURN
434:      IF(T.GT.ILPV(3)) RETURN
435:      DO 35 J=1,LTIETU
436:      IF(NVUOSI.EQ.LVUOSI(J)) GOTO 50
437:35      CONTINUE
438:50      IF(T.LT.ILPV(2)) THEN
439:      IF(LARVO1(J).LE.LRAJA1) RETURN
440:      QKOE2=OHQ2(I-1)
441:      RETURN
442:      ELSE
443:      IF(LARVO2(J).LE.LRAJA2) RETURN
444:      QKOE2=OHQ2(I-1)
445:      RETURN
446:      ENDIF
447:40      CONTINUE
448:      QKOE2=QYLI
449:500      FORMAT(62X,I5)
450:510      FORMAT(A72)
451:520      FORMAT(40X,F5.2)
452:530      FORMAT(20X,I3,1X,I3,I4,1X,I3,I4,1X,I2)
453:540      FORMAT(62X,I5)
454:550      FORMAT(21X,2I6)
455:560      FORMAT(I5,16X,2I6)
456:570      FORMAT(F6.0,3F8.2)
457:      RETURN
458:      END
459:*****
460:      FUNCTION XPOLO(AF,I,DF,CF)
461:C
462:      DIMENSION CF(1),DF(1)
463:C
464:      XPOLO=CF(I-1)+(AF-DF(I-1))*(CF(I)-CF(I-1))/(DF(I)-DF(I-1))
465:      RETURN
466:      END
467:*****

```

```

468:      SUBROUTINE PRNOLL(PISTE)
469:      CHARACTER*1 PISTE(61,124)
470:      DO 20 I=1,61
471:      DO 10 J=1,124
472:      PISTE(I,J)=' '
473:10      CONTINUE
474:20      CONTINUE
475:      RETURN
476:      END
477:*****
478:      SUBROUTINE PRKORD(W,T,IW,IT)
479:      IW=NINT(100.*(161.20-W)/2.5)
480:      IF(IW.LT.1)IW=1
481:      IF(IW.GT.61) IW=61
482:      IT=NINT(T/3.)+1
483:      RETURN
484:      END
485:*****
486:      SUBROUTINE AARVOT(T2,T3,DWMAX,DWTARK,WEDEL1,WEDEL2,PJAA1,
487:      &      WALA11,WKYNS1,NVIIM,WALA21,WTIL11,WTIL21,ALINW1,ALINW2,
488:      &      WVALI)
489:C
490:      DIMENSION T2(1),T3(1)
491:C
492:      DWMAX=T2(1)
493:      DWTARK=T2(2)
494:      WEDEL1=T2(3)
495:      WEDEL2=T2(4)
496:      PJAA1=T2(5)
497:      WALA11=T2(6)
498:      WALA21=T2(7)
499:      WTIL11=T2(8)
500:      WTIL21=T2(9)
501:      NVIIM=T2(10)
502:      ALINW1=T2(11)
503:      ALINW2=T2(12)
504:      WVALI=T2(13)
505:      WKYNS1=T3(3)
506:      RETURN
507:      END
508:*****
509:      SUBROUTINE LUKU(TX1,TX2,TX3,T4)
510:C
511:      DIMENSION T4(1)
512:      CHARACTER*1 TX2(2)
513:      CHARACTER*15 TX1(2)
514:      CHARACTER*2 TX3(5)
515:C
516:      READ(7,540)TX1(1)
517:      READ(7,540)TX1(2)
518:      READ(7,545)TX2(1)
519:      READ(7,545)TX2(2)
520:      READ(7,546)TX3(1)
521:      READ(7,546)TX3(2)
522:      READ(7,546)TX3(3)
523:      READ(7,546)TX3(4)
524:      READ(7,546)TX3(5)
525:      READ(7,547) (T4(N), N=1,11)
526:540      FORMAT(1X,A15)
527:545      FORMAT(1X,A1)
528:546      FORMAT(1X,A2)
529:547      FORMAT(11F5.0)
530:      RETURN
531:      END
532:*****
533:      SUBROUTINE FOHJAP(HARLEV,HARKOR,XMY,Y,OTSJK)
534:C

```

```

535:          CHARACTER*72 OTSIK(4)
536:C
537:          READ(7,540)OTSIK(4)
538:          READ(0,550)HARLEV,HARKOR,XMY
539:540          FORMAT(A72)
540:550          FORMAT(21X,F6.2,13X,F7.2,13X,F5.2)
541:          RETURN
542:          END
543:*****
544:          SUBROUTINE EISAAN(WKYNS2,NTASO,DWQISO,QPURKU,OTSIK)
545:C
546:          DIMENSION QPURKU(1)
547:          CHARACTER*72 OTSIK(4)
548:C
549:          READ(7,540)
550:          READ(7,540)OTSIK(4)
551:          READ(7,500) WKYNS2
552:          READ(7,510) NTASO
553:          READ(7,500) DWQISO
554:          DO 10 N=1,NTASO
555:          READ(7,520) QPURKU(N)
556:10          CONTINUE
557:500          FORMAT(62X,F10.4)
558:510          FORMAT(62X,I5)
559:520          FORMAT(14X,F7.3)
560:540          FORMAT(A72)
561:          RETURN
562:          END
563:*****
564:          SUBROUTINE PIIRRE
565:C
566:          CHARACTER*1 PISTE(61,124),POINT(61,124)
567:          DIMENSION IWVALI(20)
568:          CHARACTER*72 OTSIK(4)
569:C
570:          SAVE
571:C
572:C-----
573:          ENTRY PIIRR(POINT,ITIME,KARKP)
574:C-----
575:          T=ITIME
576:          DO 55 I=1,61
577:          DO 56 J=1,124
578:          PISTE(I,J)=POINT(I,J)
579:56          CONTINUE
580:55          CONTINUE
581:          RETURN
582:C-----
583:          ENTRY DRAW(W)
584:C-----
585:          T=ITIME
586:          IF(KARKP.GT.0)THEN
587:          IF(T.GT.60.)T=T-1.
588:          IF(T.EQ.60.) RETURN
589:          END IF
590:          CALL PRKORD(W,T,IW,IT)
591:          IF((IT.EQ.ITDEL).AND.((T.NE.365).OR.(T.NE.1)))THEN
592:          NVALIP=NVALIP+1
593:          IWVALI(NVALIP)=IW
594:          ELSE
595:          PISTE(IW,IT)='*'
596:          IF(NVALIP.NE.0) THEN
597:          ISO=MAX0(IW,IWDEL)
598:          IPIEN=MIN0(IW,IWDEL)
599:          DO 104 K=1,NVALIP
600:          ISOV=MAX0(ISO,IWVALI(K))
601:          IPIENV=MIN0(IPIEN,IWVALI(K))

```

```

602:104      CONTINUE
603:         IDW=IW-IWEDEL
604:         IDT=IT-ITEDEL
605:         NPKIER=ABS(IDW)-1
606:         IF(NPKIER.LT.1)GO TO 106
607:         DWVALJ=FLOAT(IDW)/FLOAT(NPKIER+1)
608:         DTVALJ=FLOAT(IDT)/FLOAT(NPKIER+1)
609:         DO 105 J=1,NPKIER
610:         ITX=NINT(ITEDEL+J*DTVALJ)
611:         IWX=NINT(IWEDEL+J*DWVALJ)
612:         IF((PISTE(IWX,ITEDEL).NE.'*').AND.(PISTE(IWX,IT).NE.'*'))
613:           & PISTE(IWX,ITX)='*'
614:105      CONTINUE
615:106      IF(ISOV.GT.ISO) PISTE(ISOV,IT)='+'
616:         IF(IPIENV.LT.IPIEN) PISTE(IPIENV,IT)='+'
617:         NVALIP=0
618:         ELSE
619:         ENDIF
620:         ITEDEL=IT
621:         IWEDEL=IW
622:         ENDIF
623:         T=T+1
624:         RETURN
625:C-----
626:         ENTRY PIJRT5(OTSIK,NVUOSI)
627:C-----
628:         DO 184 I=1,4
629:         WRITE(11,540) OTSIK(I)
630:540      FORMAT(A72)
631:184      CONTINUE
632:         WRITE(11,790)NVUOSI
633:790      FORMAT(' VUOSI ',I5,'      NUMMIJARVEN VEDENKORKEUDET')
634:         WRITE(11,800) (N,N=1,12)
635:800      FORMAT(8X,I6,9I10,2I11)
636:         IVIIVA=1
637:         XKORK=161.20
638:         DO 185 IW=1,61
639:         IF(IVIIVA.EQ.4) THEN
640:         XKORK=XKORK-0.1
641:         WRITE(11,775)XKORK,(PISTE(IW,IT),IT=1,124)
642:         IVIIVA=0
643:         ELSE
644:         WRITE(11,770)(PISTE(IW,IT),IT=1,124)
645:         END IF
646:         IVIIVA=IVIIVA+1
647:185      CONTINUE
648:770      FORMAT(8X,124A1)
649:775      FORMAT(F7.2,1X,124A1)
650:         RETURN
651:         END
652:*****
653:         SUBROUTINE KARVOT
654:C
655:         DIMENSION ITTIME(20),NYEAR(20),TLS(2,2,5,18)
656:         DIMENSION SUURE(2,2)
657:         CHARACTER*1 TX2(1)
658:         CHARACTER*2 TX3(1)
659:         CHARACTER*72 OTSIK(4)
660:C
661:         SAVE
662:C-----
663:         ENTRY KARV00
664:C-----
665:         CALL XNOLL1(TLS,18)
666:         TOTTIM=0
667:         IVSKOK=0
668:         IVS=0

```

669: RETURN

LIITE 3/11

670:C-----

671: ENTRY KARVO1(NVUOSI)

672:C-----

673: IVS=IVS+1

674: CALL XNOLL1(TLS,IVS)

675: IPVSUM=0

676: RETURN

677:C-----

678: ENTRY KARVO2(SUURE)

679:C-----

680: IPVSUM=IPVSUM+1

681: DO 130 N1=1,2 E *VAHA-R/ISO-R*

682: DO 120 N2=1,2 E *W-KORK/VIRTAAMA*

683: DO 110 N3=1,5,2 E *YLIN,SUMMA JA ALIN *

684: IF(N3.NE.3) THEN

685: CALL XMIMAX(SUURE(N1,N2),TLS(N1,N2,N3,IVS),N3)

686: ELSE

687: CALL SUMAUS(SUURE(N1,N2),TLS(N1,N2,N3,IVS))

688: END IF

689:110 CONTINUE

690:120 CONTINUE

691:130 CONTINUE

692: RETURN

693:C-----

694: ENTRY KARVO3

695:C-----

696: ITTIME(IVS)=IPVSUM

697: TOTTIM=TOTTIM+IPVSUM

698: NYEAR(IVS)=NVUOSI

699: IF(ITTIME(IVS).GE.365) IVSKOK=IVSKOK+1

700: DO 180 N1=2,2 E *VAHA-R/ISO-R*

701: DO 170 N2=1,2 E *W-KORK/VIRTAAMA*

702: DO 160 N3=1,5 E *YLIN,SUMMAT JA ALIN *

703: IF(N3.EQ.3) THEN

704: CALL SUMAUS(TLS(N1,N2,N3,IVS),TLS(N1,N2,N3,18))

705: TLS(N1,N2,N3,IVS)=TLS(N1,N2,N3,IVS)/ITTIME(IVS)

706: ELSE

707: IF((N3.EQ.2).OR.(N3.EQ.4)) THEN

708: IF(ITTIME(IVS).GE.365) THEN

709: IF(N3.EQ.2) N5=1

710: IF(N3.EQ.4) N5=5

711: CALL SUMAUS(TLS(N1,N2,N5,IVS),TLS(N1,N2,N3,18))

712: END IF

713: ELSE

714: CALL XMIMAX(TLS(N1,N2,N3,IVS),TLS(N1,N2,N3,18),N3)

715: END IF

716: END IF

717:160 CONTINUE

718:170 CONTINUE

719:180 CONTINUE

720: RETURN

721:C-----

722: ENTRY KARVO4(TX2,TX3,OTSIK)

723:C-----

724: WRITE(9,720)

725:720 FORMAT(' VEDENKORKEUKSIEN JA VIRTAAMIENTEN AARI- JA KESKIJARVOT '

726: DO 100 I=1,4

727: WRITE(9,540)OTSIK(I)

728:100 CONTINUE

729:540 FORMAT(A72)

730: ITTIME(18)=TOTTIM

731: DO 210 N1=2,2 E *VAHA-R/ISO-R*

732: WRITE(9,*)

733: WRITE(9,*)

734: WRITE(9,726)(NYEAR(I),I=1,17)

735: WRITE(9,728)(ITTIME(I),I=1,18)

```

736:      DO 200 N2=1,2          E *W-KORK/VIRTAAMA*
737:      WRITE(9,*)
738:      DO 190 N3=1,5          E *YLIN,KESKI,ALIN *
739:      IF(N3.EQ.3) THEN
740:      TLS(N1,N2,N3,18)=TLS(N1,N2,N3,18)/TOTTIM
741:      WRITE(9,700)TX3(N3),TX2(N2),(TLS(N1,N2,N3,N4),N4=1,18)
742:      ELSE
743:      IF((N3.EQ.2).OR.(N3.EQ.4)) THEN
744:      TLS(N1,N2,N3,18)=TLS(N1,N2,N3,18)/IVSKOK
745:      WRITE(9,702)TX3(N3),TX2(N2),TLS(N1,N2,N3,18)
746:      ELSE
747:      WRITE(9,700)TX3(N3),TX2(N2),(TLS(N1,N2,N3,N4),N4=1,18)
748:      END IF
749:      END IF
750:190      CONTINUE
751:200      CONTINUE
752:210      CONTINUE
753:      DO 370 I=1,44
754:      WRITE(9,*)
755:370      CONTINUE
756:700      FORMAT(7X,A2,A1,18F6.2)
757:701      FORMAT(6X,A15)
758:702      FORMAT(7X,A2,A1,102X,F6.2)
759:726      FORMAT(' VUOSI',2X,17I6,' YHT.')
760:728      FORMAT(' VRK ',2X,18I6)
761:      RETURN
762:      END
763:*****
764:      SUBROUTINE PCTLST
765:C
766:      DIMENSION XRAJ(2,2,100),LX(2,2,100),ALKU(2,2),VALI(2,2)
767:      DIMENSION SUURE(2,2)
768:      CHARACTER*1 POINT(51,100)
769:      CHARACTER*72 OTSIK(4)
770:      CHARACTER*15 TX1(1)
771:      CHARACTER*1 TX2(1)
772:C
773:      SAVE
774:C
775:C-----
776:      ENTRY PYSYV
777:C-----
778:      DO 7 I=1,2
779:      DO 8 J=1,2
780:      DO 9 K=1,100
781:      LX(I,J,K)=0
782:9      CONTINUE
783:8      CONTINUE
784:7      CONTINUE
785:      ALKU(1,1)=144.40
786:      VALI(1,1)=0.02
787:      ALKU(2,1)=63.70
788:      VALI(2,1)=0.02
789:      ALKU(1,2)=-0.40
790:      VALI(1,2)=0.1
791:      ALKU(2,2)=0.00
792:      VALI(2,2)=0.04
793:      DO 106 I=1,2
794:      DO 103 J=1,2
795:      DO 100 K=1,100
796:      XRAJ(I,J,K)=ALKU(I,J)
797:      ALKU(I,J)=ALKU(I,J)+VALI(I,J)
798:100      CONTINUE
799:103      CONTINUE
800:106      CONTINUE
801:      LASKUR=0
802:      RETURN

```

```

803:C-----
804:          ENTRY PCURV(SUURE)
805:C-----
806:          LASKUR=LASKUR+1
807:          DO 30 I=1,2
808:          DO 20 J=1,2
809:          DO 10 K=1,100
810:          IF(SUURE(I,J).GT.XRAJ(I,J,K)) LX(I,J,K)=LX(I,J,K)+1
811:10        CONTINUE
812:20        CONTINUE
813:30        CONTINUE
814:          RETURN
815:C-----
816:          ENTRY PCEND (OTSIK,TX1,TX2)
817:C-----
818:          DO 90 I=2,2
819:          DO 80 J=1,2
820:          CALL PCNOLL(POINT)
821:          CALL RISTIK(POINT)
822:          DO 5 K=1,100
823:          IF(LX(I,J,K).GT.0) THEN
824:          M=NINT(FLOAT(LX(I,J,K))/FLOAT(LASKUR)*50.)
825:          POINT(M+1,K)='*'
826:          ENDIF
827:5          CONTINUE
828:          WRITE(9,430) OTSIK
829:          WRITE(9,440)TX1(I),TX2(J)
830:          WRITE(9,510) (XRAJ(I,J,K), K=1,100,10)
831:          N=0
832:          DO 13 L1=1,51
833:          IF(N.NE.0) THEN
834:          WRITE(9,520) (POINT(L1,L2), L2=1,100)
835:          N=N+1
836:          IF(N.EQ.10) N=0
837:          ELSE
838:          WRITE(9,500) M,(POINT(L1,L2), L2=1,100)
839:          M=M+20
840:          N=N+1
841:          ENDIF
842:13         CONTINUE
843:          IF(J.EQ.1)THEN
844:          DO 60 K=1,100
845:          XRAJ(I,J,K)=XRAJ(I,J,K) - 60.
846:60         CONTINUE
847:          END IF
848:          NX=0
849:          DO 70 MX=1,5
850:          WRITE(9,460)(XRAJ(I,J,K),K=(NX+1),(NX+20))
851:          WRITE(9,470)(LX(I,J,K),K=(NX+1),(NX+20))
852:          NX=NX+20
853:70         CONTINUE
854:2          CONTINUE
855:80         CONTINUE
856:90         CONTINUE
857:430        FORMAT(A72)
858:440        FORMAT()
859:460        FORMAT(20F5.2)
860:470        FORMAT(20I5)
861:500        FORMAT(1X,I3,'%',1X,'I',100A1)
862:510        FORMAT(F9.2,10F10.2)
863:520        FORMAT(6X,'I',100A1)
864:          RETURN
865:          END
866:*****
867:          SUBROUTINE PCNOLL(POINT)
868:          CHARACTER*1 POINT(51,100)
869:          DO 20 I=1,51

```

```

870:      DO 10 J=1,100
871:      POINT(I,J)=' '
872:10      CONTINUE
873:20      CONTINUE
874:      RETURN
875:      END
876:*****
877:      SUBROUTINE RISTIK(POINT)
878:C
879:      CHARACTER*1 POINT(51,100)
880:C
881:      DO 10 J=1,51
882:      DO 20 I=10,100,10
883:      POINT(J,I)='.'
884:20      CONTINUE
885:10      CONTINUE
886:      DO 40 J=1,51,10
887:      DO 30 I=1,100
888:      POINT(J,I)='.'
889: 30      CONTINUE
890: 40      CONTINUE
891:      RETURN
892:      END
893:*****
894:      SUBROUTINE PVTILS(IPVX,IKKX,KARKP)
895:C
896:      DIMENSION ITAULU(2,2,31,12),SUURE(2,2)
897:C
898:      SAVE
899:      DO 110 I=1,2
900:      DO 100 J=1,2
901:      DO 90 K=1,31
902:      DO 80 L=1,12
903:      ITAULU(I,J,K,L)=' '
904:80      CONTINUE
905:90      CONTINUE
906:100      CONTINUE
907:110      CONTINUE
908:      RETURN
909:C-----
910:      ENTRY PVTUL2(SUURE)
911:C-----
912:      DO 150 I=1,2
913:      DO 120 J=1,2
914:      IF(J.EQ.1) THEN
915:      ITAULU(I,J,IPVX,IKKX)=NINT(100.*(SUURE(I,J)-160.))
916:      ELSE
917:      ITAULU(I,J,IPVX,IKKX)=NINT(100.*SUURE(I,J))
918:      END IF
919:120      CONTINUE
920:150      CONTINUE
921:      CALL AIKA(IPVX,IKKX,KARKP)
922:      RETURN
923:C-----
924:      ENTRY PVTUL3(NVUOSI)
925:C-----
926:      DO 200 I=2,2
927:      DO 190 J=1,1
928:      WRITE(12,520)NVUOSI
929:      WRITE(12,510) (K,K=1,12), (L,L=1,12)
930:      DO 180 K=1,31
931:      WRITE(12,500) K,(ITAULU(I,1,K,L), L=1,12),K,(ITAULU(I,2,K,M)
932:      & ,M=1,12)
933:180      CONTINUE
934:      IF(ITHRIV.EQ.0) THEN
935:      WRITE(12,*)
936:      ITHRIV=ITHRIV+1

```



```

937:      ELSE
938:      ITHRIV=ITHRIV-1
939:      END IF
940:190    CONTINUE
941:200    CONTINUE
942:500    FORMAT(I3,12I4,10X,I3,12I4)
943:510    FORMAT(' P/K',I3,11I4,13X,12I4)
944:520    FORMAT(' VUOSI ',I5,3X,'VEENKORKEUDET(160(M)+X(CH))',8X,
945:      &      'NUMMIJARVI',3X,'VIRTAAMAT(YKSIKKO 0.01M3/S)')
946:      RETURN
947:      END
948:*****
949:      SUBROUTINE TIME(IP,IK,KARKP,ITIM)
950:C
951:C MUUTTAAN ANNETUN PVM:N VUOROKAUSILUVUKSI VUODEN ALUSTA.
952:C
953:      ITIM=INT(30.6)*IK+IP-30
954:      ITIM=INT(30.6*IK)+IP-30
955:      IF(IK.LE.2)RETURN
956:      ITIM=ITIM-2+KARKP
957:      IF((IK.EQ.5).OR.(IK.EQ.7).OR.(IK.EQ.10)
958:      &      .OR.(IK.EQ.12)) THEN
959:      ITIM=ITIM-1
960:      ENDIF
961:      RETURN
962:      END
963:*****
964:      FUNCTION KARKU(NVUOSI)
965:C
966:      KARKU=1
967:      APU=FLOAT(NVUOSI)/4.
968:      APU=APU-INT(APU)
969:      IF(APU.NE.0) KARKU=0
970:      RETURN
971:      END
972:*****
973:      SUBROUTINE PIIRTO(OHIME,OHV,OHQ1,PISTE,ITIETU,T4)
974:C
975:      DIMENSION OHIME(1),OHV(1),OHQ1(1),T4(1)
976:      CHARACTER*1 PISTE(61,124)
977:C
978:      CALL PRNOLL(PISTE)
979:      CALL PRKORD(1.,1.,IW,IT1)
980:      CALL PRKORD(1.,366.,IW,IT2)
981:      DO 57 I=1,61
982:      PISTE(I,IT1)='I'
983:      PISTE(I,IT2)='I'
984:57      CONTINUE
985:      DO 34 I=1,11
986:      T=T4(I)
987:      CALL PRKORD(1.,T,IW,IT)
988:      DO 36 IW=1,61
989:      IF((IW.GT.4).AND.(IW.LT.49)) GO TO 36
990:      PISTE(IW,IT)='I'
991:36      CONTINUE
992:34      CONTINUE
993:      DO 52 I=2,ITIETU
994:      TALKU=OHIME(I-1)
995:      TLOPPU=OHIME(I)
996:      WALKU=OHV(I-1)
997:      WLOPPU=OHV(I)
998:      CALL PRKORD(WALKU,TALKU,IWALKU,ITALKU)
999:      CALL PRKORD(WLOPPU,TLOPPU,IWLOPP,ITLOPP)
1000:      IDT=ITLOPP-ITALKU
1001:      IDW=IWLOPP-IWALKU
1002:      IF((IDT.EQ.0).AND.(OHQ1(I-1).LT.1)) GO TO 52
1003:      IF((IDT.LE.1).AND.(ABS(IDW).LE.1)) GOTO 54

```

```

1004:      IF(IDT.LT.0) GO TO 54
1005:      DSUHDE=10.
1006:      IF(IDT.GT.0)DSUHDE=FLOAT(IDW)/FLOAT(IDT)
1007:      NPKIER=ABS(IDW-1)
1008:      IF(ABS(DSUHDE).LT.0.1) NPKIER=IDT-1
1009:      DWVALI=FLOAT(IDW)/FLOAT(NPKIER+1)
1010:      DTVALI=FLOAT(IDT)/FLOAT(NPKIER+1)
1011:      DO 51 J=1,NPKIER
1012:      IT=NINT(ITALKU+J*DTVALI)
1013:      IW=NINT(IWALKU+J*DWVALI)
1014:      PISTE(IW,IT)='.'
1015:      IF(ABS(DSUHDE).LT.0.1) PISTE(IW,IT)='- '
1016:51      CONTINUE
1017:54      PISTE(IWALKU,ITALKU)='X'
1018:      PISTE(IWLOPP,ITLOPP)='X'
1019:52      CONTINUE
1020:53      CONTINUE
1021:      RETURN
1022:      END
1023:*****
1024:      SUBROUTINE RUUTU(PISTE,T4)
1025:C
1026:      DIMENSION T4(11)
1027:      CHARACTER*1 PISTE(61,124)
1028:C
1029:      CALL PRNOLL(PISTE)
1030:      CALL PRKORD(1.,1.,IW,IT1)
1031:      CALL PRKORD(1.,366.,IW,IT2)
1032:      DO 57 I=1,61
1033:      PISTE(I,IT1)='I'
1034:      PISTE(I,IT2)='I'
1035:57      CONTINUE
1036:      DO 34 I=1,11
1037:      T=T4(I)
1038:      CALL PRKORD(1.,T,IW,IT)
1039:      DO 36 IW=1,61
1040:      PISTE(IW,IT)='I'
1041:36      CONTINUE
1042:34      CONTINUE
1043:      DO 38 IW=4,61,4
1044:      DO 37 IT=1,124
1045:      PISTE(IW,IT)='.'
1046:37      CONTINUE
1047:38      CONTINUE
1048:      RETURN
1049:      END
1050:*****
1051:      SUBROUTINE AIKA(IPVX,IKKX,KARKP)
1052:      IPVX=IPVX+1
1053:      IF(IPVX.LE.28) RETURN
1054:      IF((IPVX.GT.31).OR.((IPVX.GT.30).AND.((IKKX.EQ.4)
1055:      & .OR.(IKKX.EQ.6).OR.(IKKX.EQ.9).OR.(IKKX.EQ.11)))
1056:      & .OR.((KARKP.LT.1).AND.(IKKX.EQ.2)).OR.((KARKP.EQ.1)
1057:      & .AND.(IKKX.EQ.2).AND.(IPVX.GT.29))) THEN
1058:      IKKX=IKKX+1
1059:      IF(IKKX.EQ.13) IKKX=1
1060:      IPVX=1
1061:      END IF
1062:      RETURN
1063:      END
1064:*****
EOF:1064
0:
---END

```

TARVITTAVA ALKUARVOTIEDOSTO

LASKENTAVAIHTOEHTO(LUONN.=0,POHJAFATO=1,SAANNOSTELY=2)	NLAATU	0
LASKETAANKO KESKI- JA ÄÄRIARVOT(0=EI,I=KYLÄ)		0
TULOSTETAANKO VUOROKAUSIARVOTAULUKOT		1
LASKETAANKO PYSYVYYDET		0
PIIRRETAANKO PYSYVYYSKAYRAT		0
PIIRRETAANKO VEDENKORKEUSKAYRAT		0
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS- JA VIRTAAHALASKELMAT:		
OMA VALUMA-ALUE 30 KM2 LISÄYS 13 KM2 ,JOLLE MIN-Q	M3/S	
MAKSIMIJUOKS. LISÄALUEELTA	M3/S	M-KERROIN (VÄLIUOMA)30
KOEALUE 94:N VALUMIEN PAINOTUSKERROIN	(AVALU1)	0.0500
KOEALUE 93:N VALUMIEN PAINOTUSKERROIN	(AVALU5)	0.9500
VAHA-RAYRINGIN VALUMA-ALUE(ILMAN JARVEA)(KM2)	(FALA1)	12.8500
ISO-RAYRINGIN VALUMA-ALUE(ILMAN EDELL. JA JARVEA)	(FALA2)	29.5400
VAHA-RAYRINGIN PINTA-ALA MW-KORKEUDELLA(D*M2/S)	(RALA1)	8.7800
ISO-RAYRINGIN PINTA-ALA MW-KORKEUDELLA (D*M2/S)	(RALA2)	56.4600
KERTAKORJAUksen MAKSIMI VEDENKORKEUSLASKELMISSA(M)	(DUMAX)	0.0100
VIRTAAMIEN TARKKUUS LASKELMISSA (M3)	(DWTARK)	0.0100
VAHA-RAYRINGIN W-KORK. LASKENNAN ALUSSA(M)	(WEDEL1)	162.6400
ISO-RAYRINGIN W-KORK. LASKENNAN ALUSSA(M)	(WEDEL2)	160.4700
JAA PAKSUUS LASKENNAN ALUSSA(M)	(PJAA1)	0.0000
VAHA-RAYRINGIN PINTA-ALA LASKENNAN ALUSSA(D*M2/S)	(WALA11)	11.2000
ISO-RAYRINGIN PINTA-ALA LASKENNAN ALUSSA (D*M2/S)	(WALA21)	57.1800
VAHA-RAYRINGIN TILAVUUS LASKENNAN ALUSSA(D*M3/S)	(WTILA11)	4.9670
ISO-RAYRINGIN TILAVUUS LASKENNAN ALUSSA (WTILA21)	(WTILA21)	103.9220
LASKENNAN VIIMEINEN VUOSIJAKSO	(VIIME)	1982.
ALIN TASO,JOLTA P-ALATIEDOT(V-RAYRINKI) (M)	(ALINW1)	161.9000
ALIN TASO,JOLTA P-ALATIEDOT(ISO-RAYRINKI) (M)	(ALINW2)	157.1300
PINTA-ALA- JA TILAVUUS TIEDOSTON TASOVAI (M)	(VALI)	0.1000
	(DWPUR1)	0.1000
	(DWPUR2)	0.1000
	(WKYNS1)	162.0000
	(NTASO)	22

TIEDOSTON TASOJEN LUKUMAARA (VAHA-RAYRINKI)

YLIMYSJÄRVEN PINTA-ALA JA TILAVUUSTIEDOT

KORKEUSTASO(M) PINTA-ALA(D*M2/S) TILAVUUS(D*M3/S)

161.90	0.000	0.000
162.00	2.800	0.140
162.10	4.060	0.483
162.20	6.260	0.999
162.30	7.760	1.700
162.40	8.780	2.527
162.50	10.060	3.469
162.60	10.880	4.516
162.70	11.700	5.645
162.80	11.800	6.820
162.90	13.080	8.064
163.00	13.720	9.404
163.10	14.240	10.802
163.20	14.700	12.249
163.30	15.040	13.736
163.40	15.500	15.263
163.50	16.380	16.857
163.60	17.360	18.544
163.70	18.520	20.338
163.80	19.680	22.248
163.90	20.840	24.274
164.00	22.220	26.427

TIEDOSTON TASOJEN LUKUMAARA(ISO-R)

(NTASO) 43

NUMMIJÄRVEN KAYRAT

KORKEUSTASO(M) PINTA-ALA(D*M2/S) TILAVUUS(D*M3/S)

157.13	.000	.000
157.23	0.120	0.006
157.33	0.220	0.023
157.43	0.460	0.057
157.53	0.580	0.109
157.63	1.040	0.190

157.73	1.500	0.317
157.83	2.320	0.508
157.93	3.700	0.809
158.03	5.780	1.283
158.13	10.640	2.104
158.23	18.520	3.562
158.33	23.840	5.680
158.43	28.240	8.284
158.53	31.480	11.270
158.63	34.500	14.569
158.73	37.040	18.146
158.83	39.340	21.965
158.93	40.960	25.98
159.03	42.820	30.169
159.13	44.440	34.532
159.23	46.060	39.057
159.33	47.220	43.721
159.43	48.380	48.501
159.53	49.420	53.391
159.63	50.340	58.379
159.73	51.160	63.454
159.83	52.080	68.616
159.93	53.240	73.882
160.03	54.400	79.264
160.13	55.320	84.750
160.23	56.140	90.323
160.33	56.600	95.960
160.43	56.940	101.637
160.53	57.300	107.349
160.63	57.520	113.090
160.73	57.760	118.854
160.83	58.220	124.653
160.93	59.260	130.527
161.03	60.760	136.528
161.13	62.260	142.679
161.23	63.300	148.957
161.33	64.360	155.340

VAHA-RAYRINGIN PURKAUTUMISKÄYRÄPÄRVI:

RIVIT (NTASVR)

20

SARAKKEET (NTASIR)

12

ISO-RAYRINGIN VEDENKORKEUS(160.+) (M)

MANNINGIN KERROIN

30

	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10
V												
A 2.00	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
H 2.10	.020	.020	.020	.020	.020	.020	.020	.020	.020	.020	.020	.020
A 2.20	.050	.050	.050	.050	.050	.050	.050	.050	.050	.050	.050	.050
2.30	.100	.100	.100	.100	.100	.100	.100	.100	.100	.100	.100	.100
R 2.40	.155	.155	.155	.155	.155	.155	.155	.155	.155	.155	.155	.155
A 2.50	.230	.230	.230	.230	.230	.230	.230	.230	.230	.230	.230	.230
Y 2.60	.450	.450	.450	.450	.450	.450	.450	.450	.450	.450	.450	.450
R 2.70	.470	.470	.470	.470	.470	.470	.470	.470	.470	.470	.470	.470
I 2.80	.600	.600	.600	.600	.600	.600	.600	.600	.600	.600	.600	.600
N 2.90	.750	.750	.750	.750	.750	.750	.750	.750	.750	.750	.750	.750
K 3.00	.900	.900	.900	.900	.900	.900	.900	.900	.900	.900	.900	.900
I 3.10	1.060	1.060	1.060	1.060	1.060	1.060	1.060	1.060	1.060	1.060	1.060	1.060
3.20	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250
3.30	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440
3.40	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
3.50	1.720	1.720	1.720	1.720	1.720	1.720	1.720	1.720	1.720	1.720	1.720	1.720
3.60	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
3.70	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200
3.80	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400
3.90	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600

YLIMYSJARVI:

NUMMIJARVI:

W

Q

H

MH

M
MN
N

32. 60. 91. 121. 152. 182. 213. 244. 274. 305. 335.

POHJAPATO: HARJALEV.= 3.3 M, HARJAKORK.= 144.05 M PURK.KYKY= 0.40

LUONNOLLINEN PURKAUTUMINEN:

NUMMIJÄRVEN PURKAUTUMISKAYRA

160.00

13 TASOA

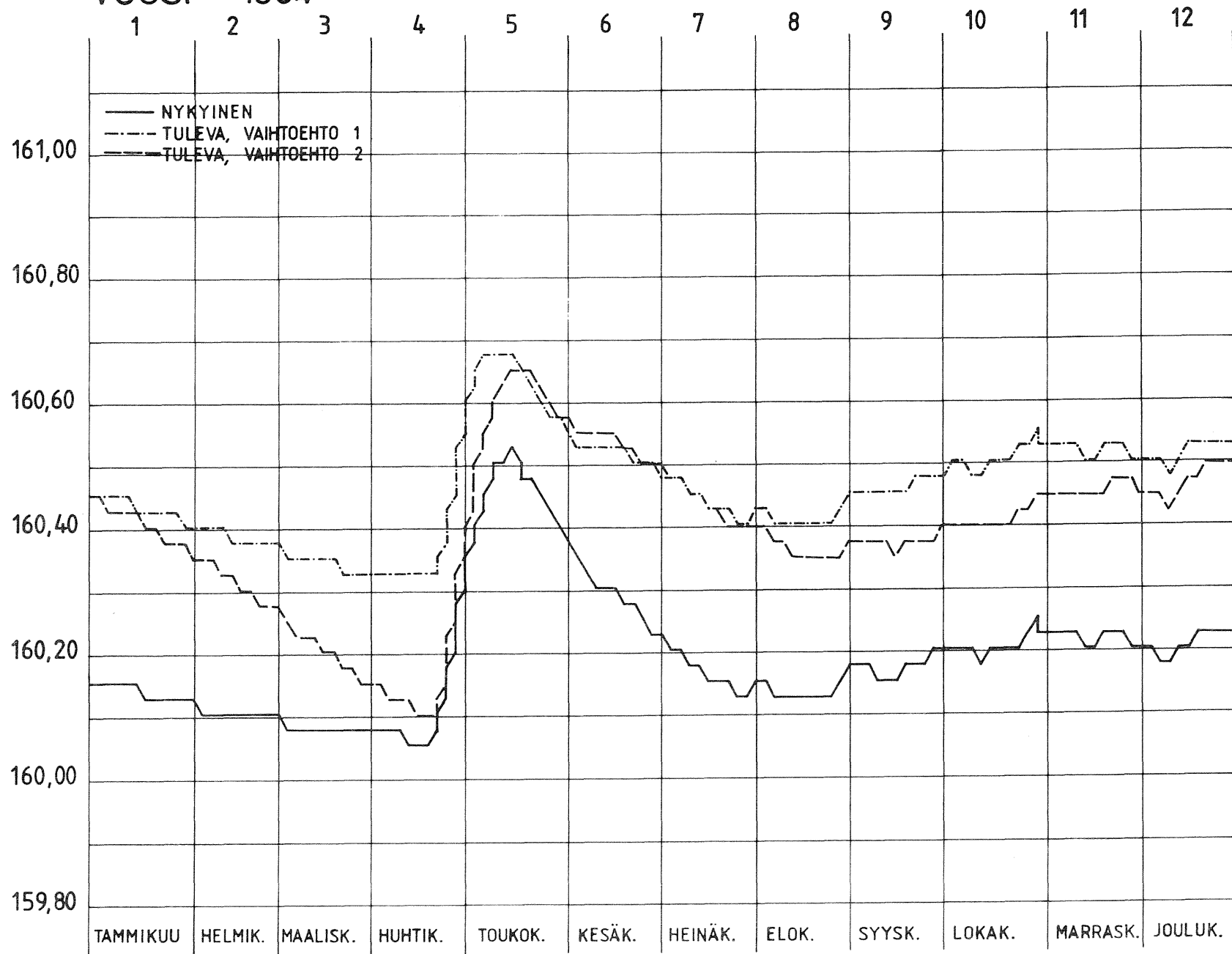
0.1

W(M) Q(M3/S)

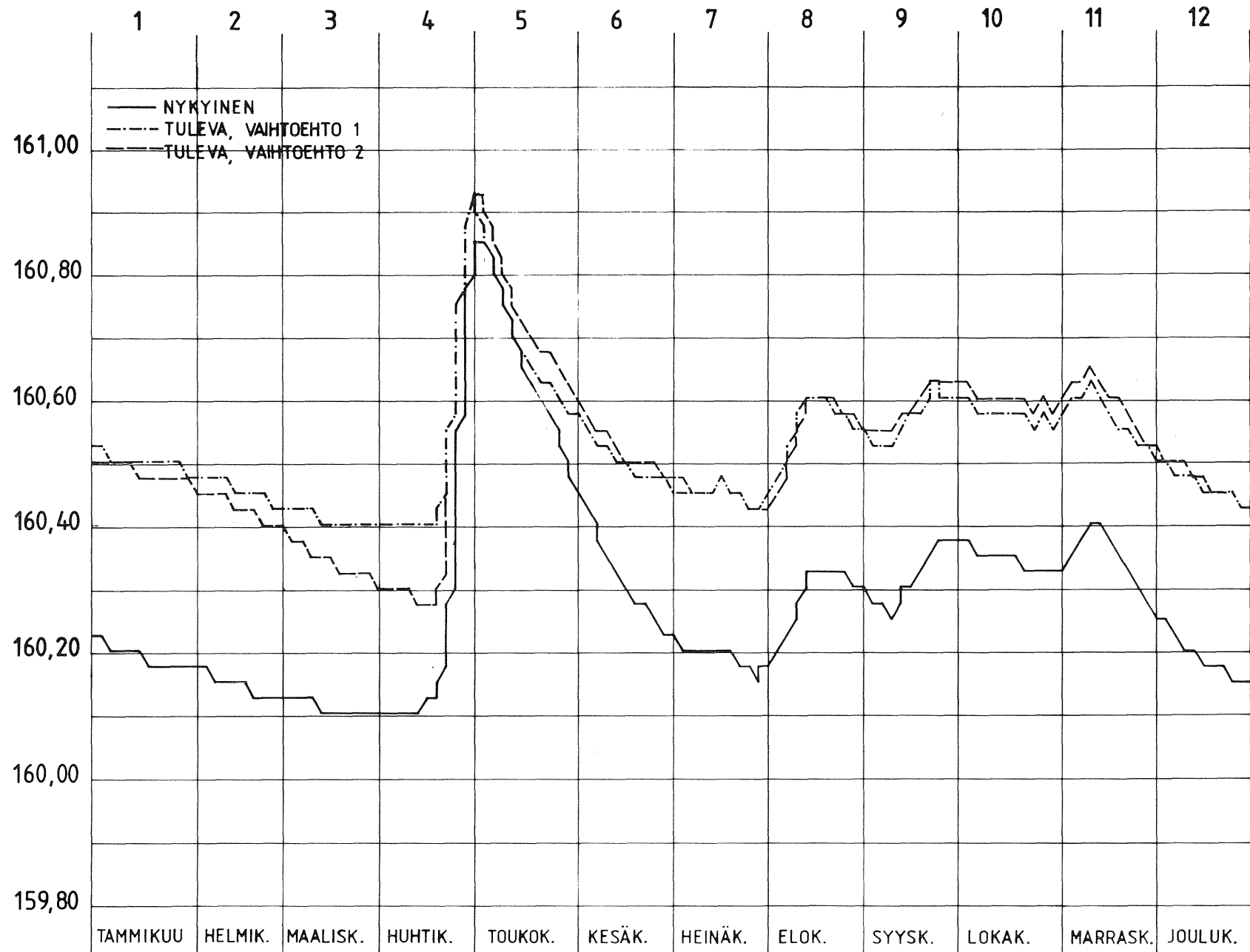
TASOVAI

| | |
|--------|-------|
| 160.00 | 0.000 |
| 160.10 | 0.060 |
| 160.20 | 0.230 |
| 160.30 | 0.440 |
| 160.40 | 0.610 |
| 160.50 | 0.960 |
| 160.60 | 1.225 |
| 160.70 | 1.530 |
| 160.80 | 1.910 |
| 160.90 | 2.420 |
| 161.00 | 2.675 |
| 161.10 | 2.930 |
| 161.20 | 3.150 |

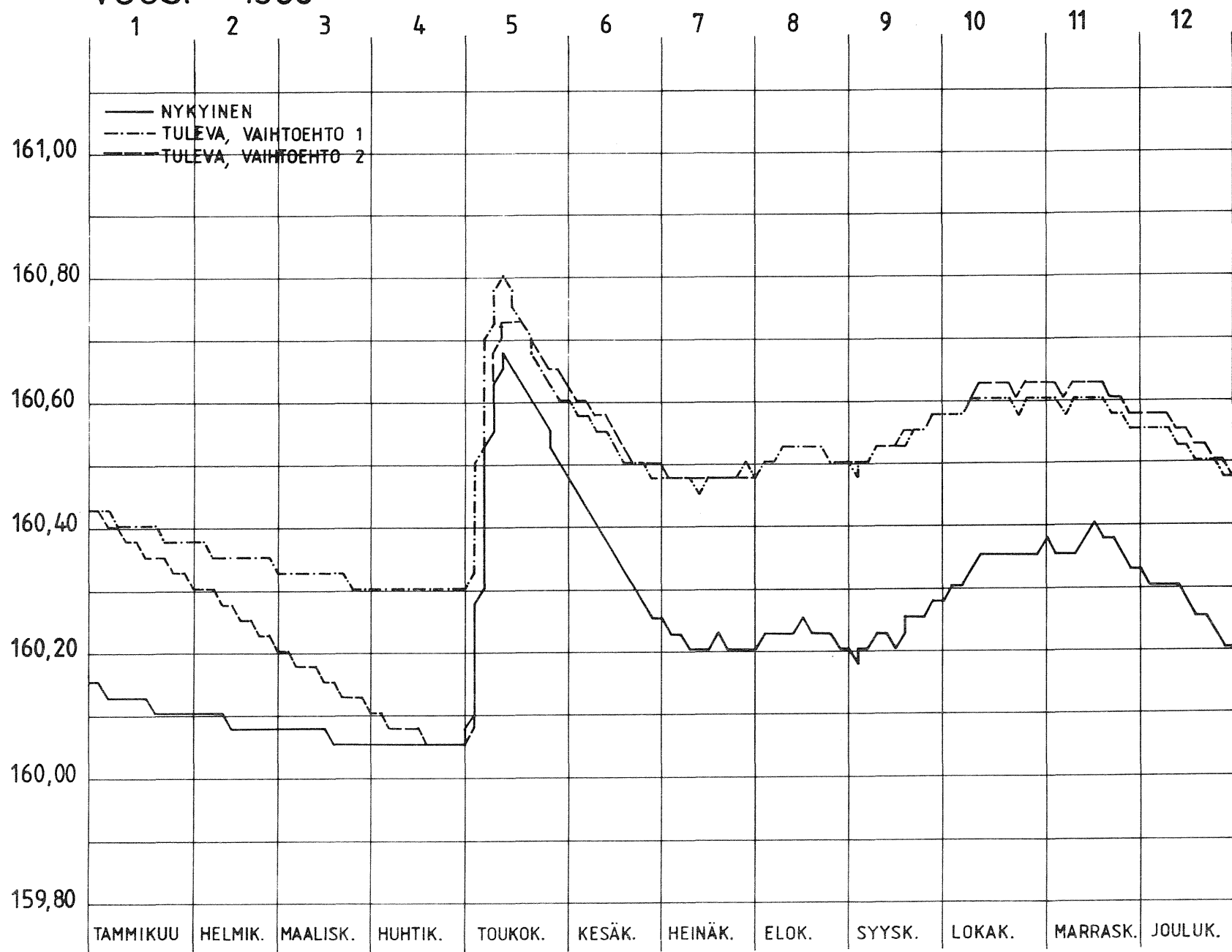
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1964



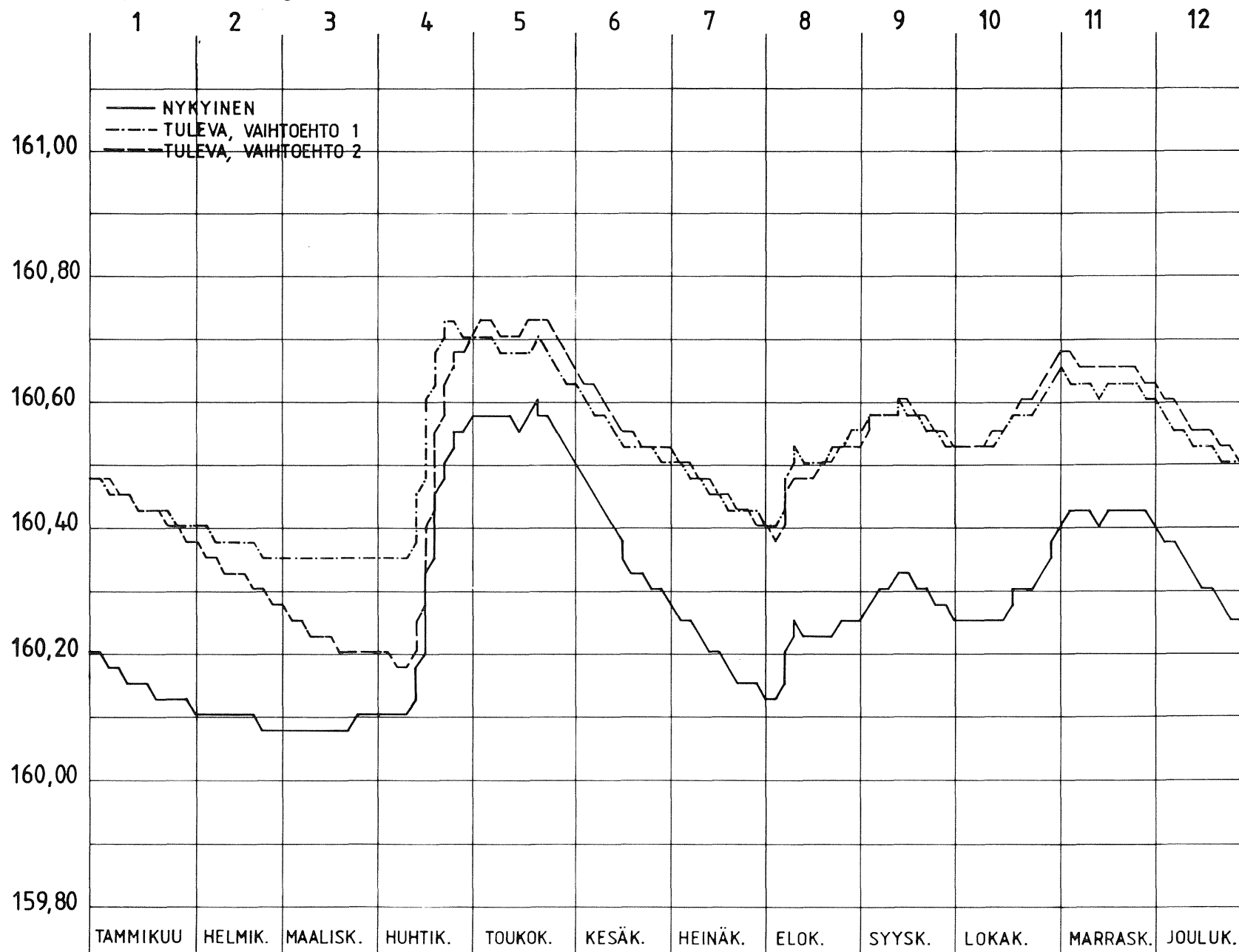
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1965



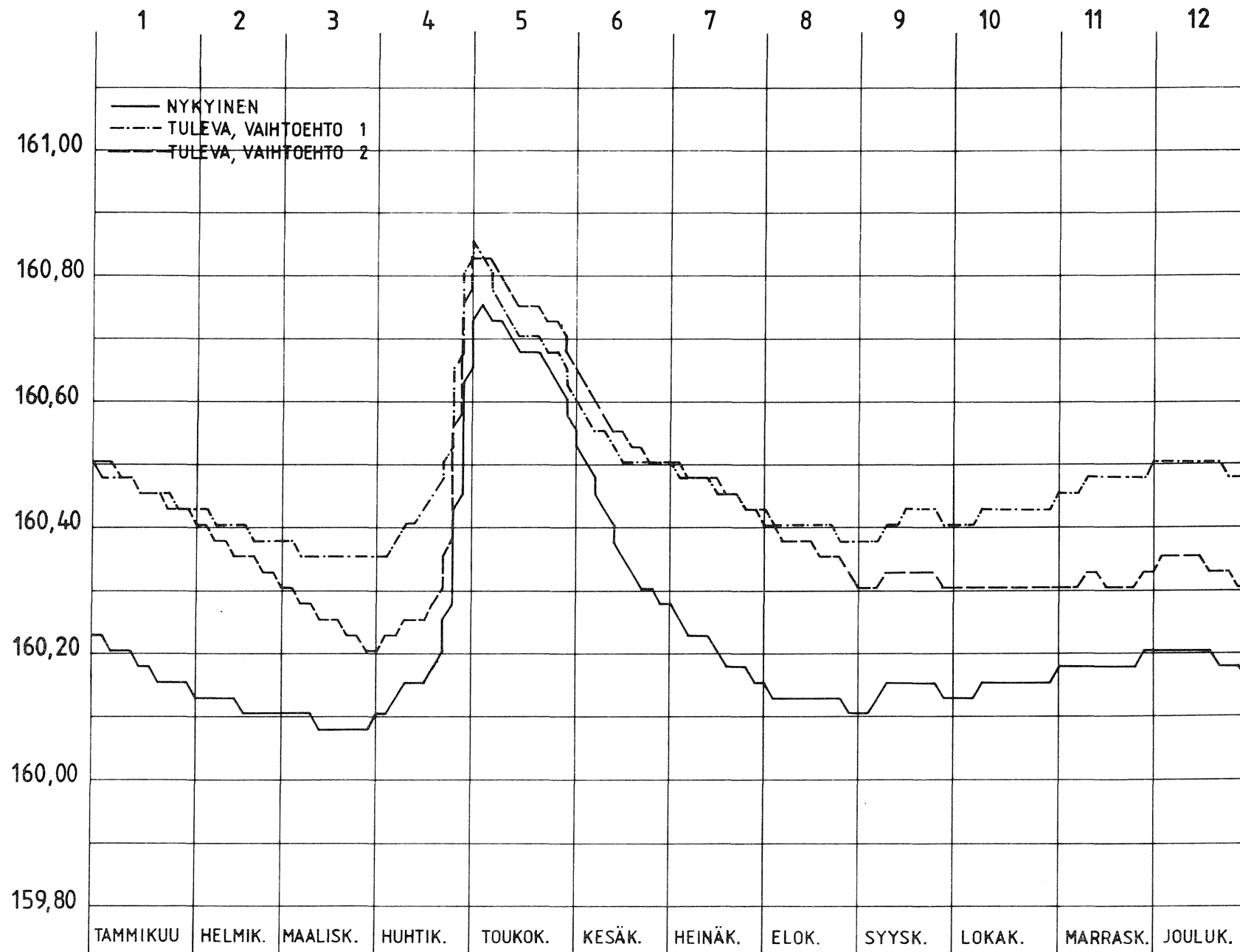
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1966



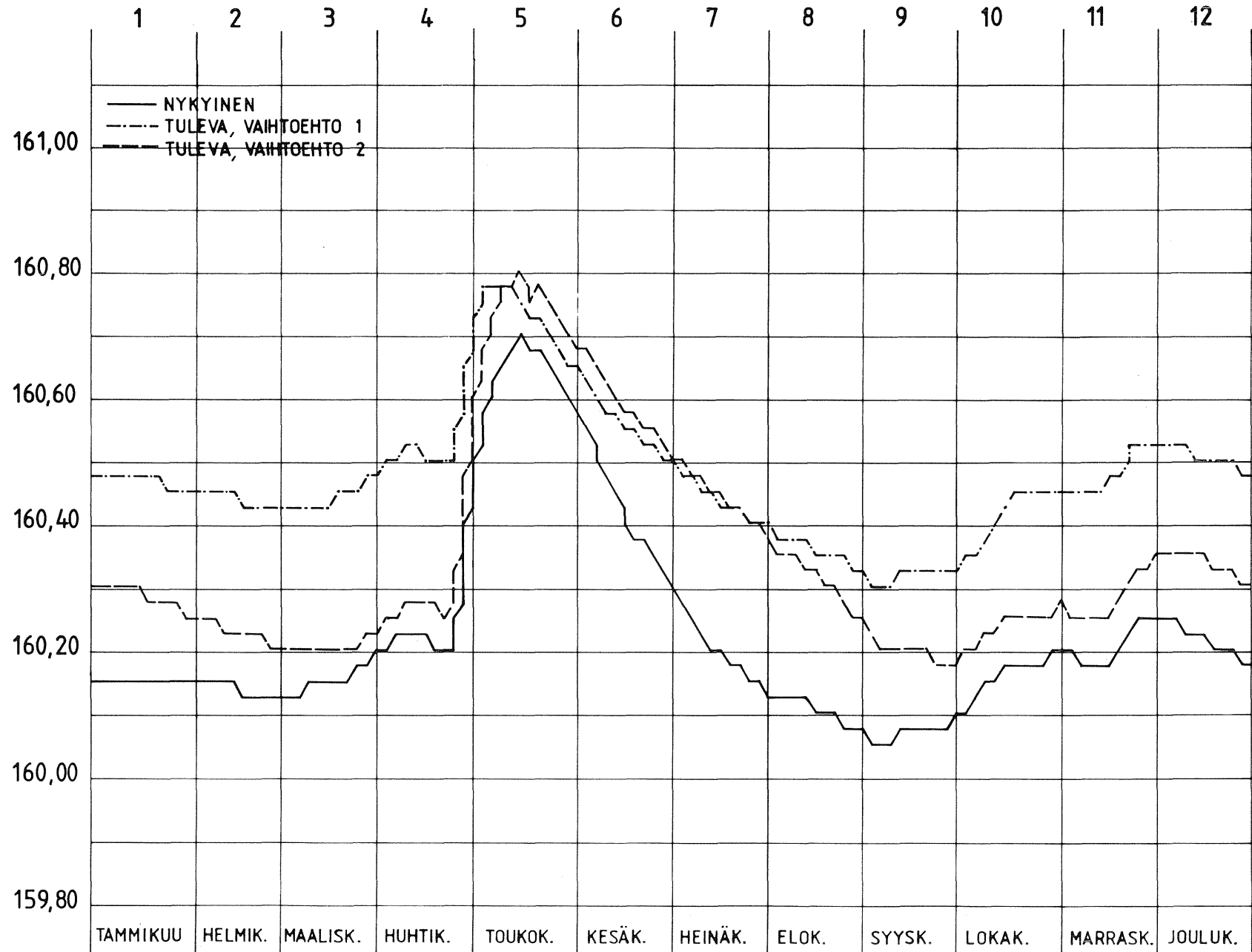
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1967



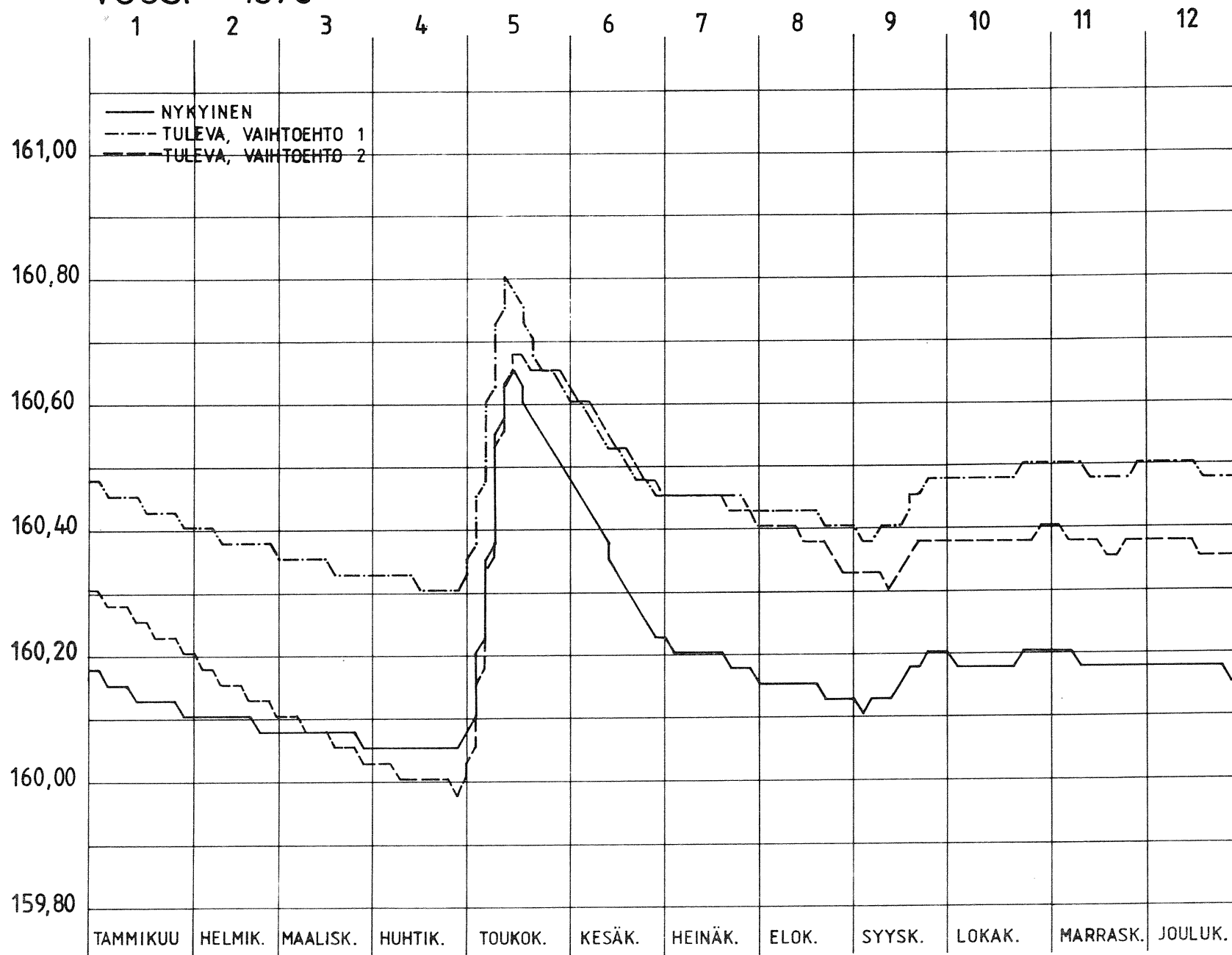
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1968



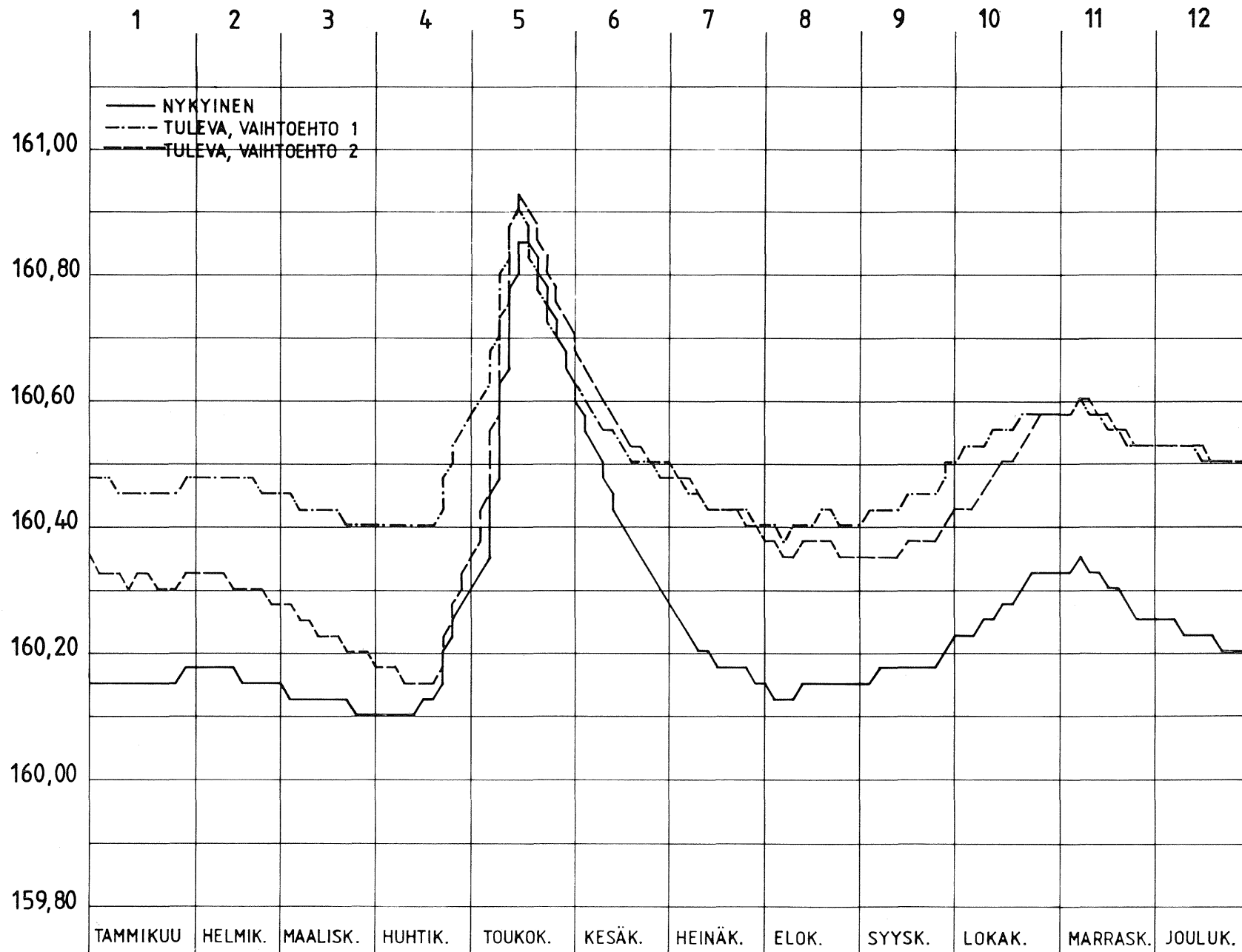
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1969



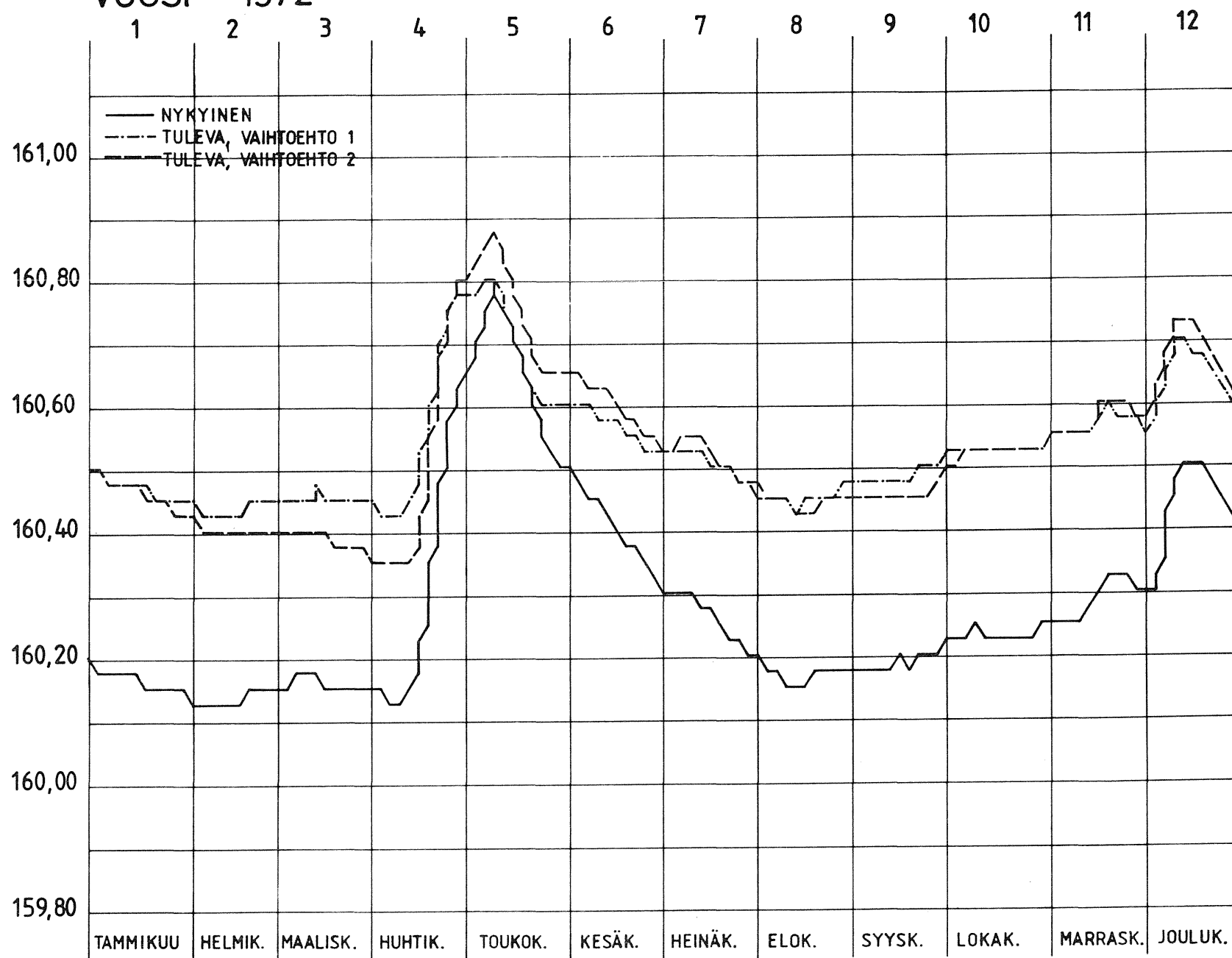
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1970



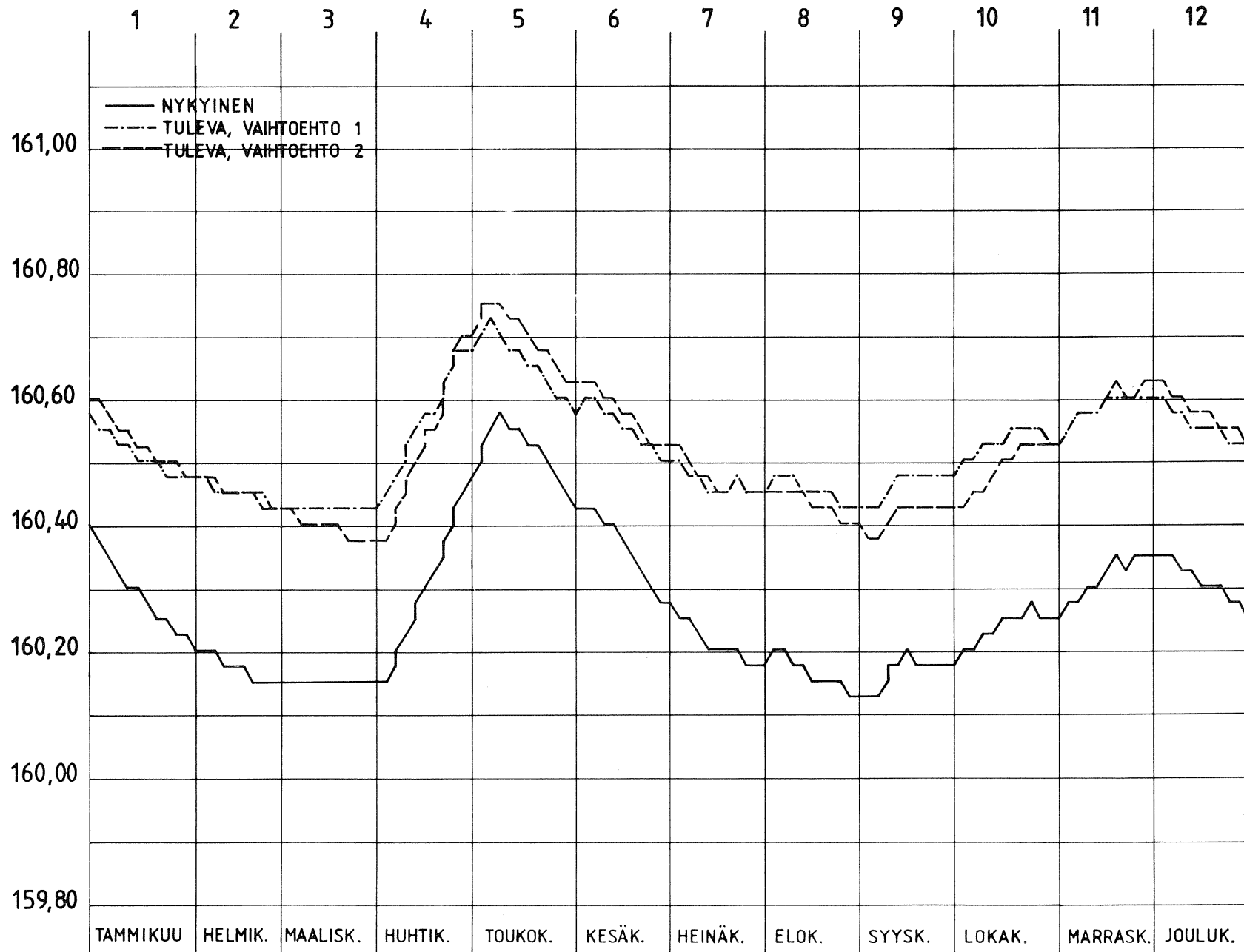
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1971



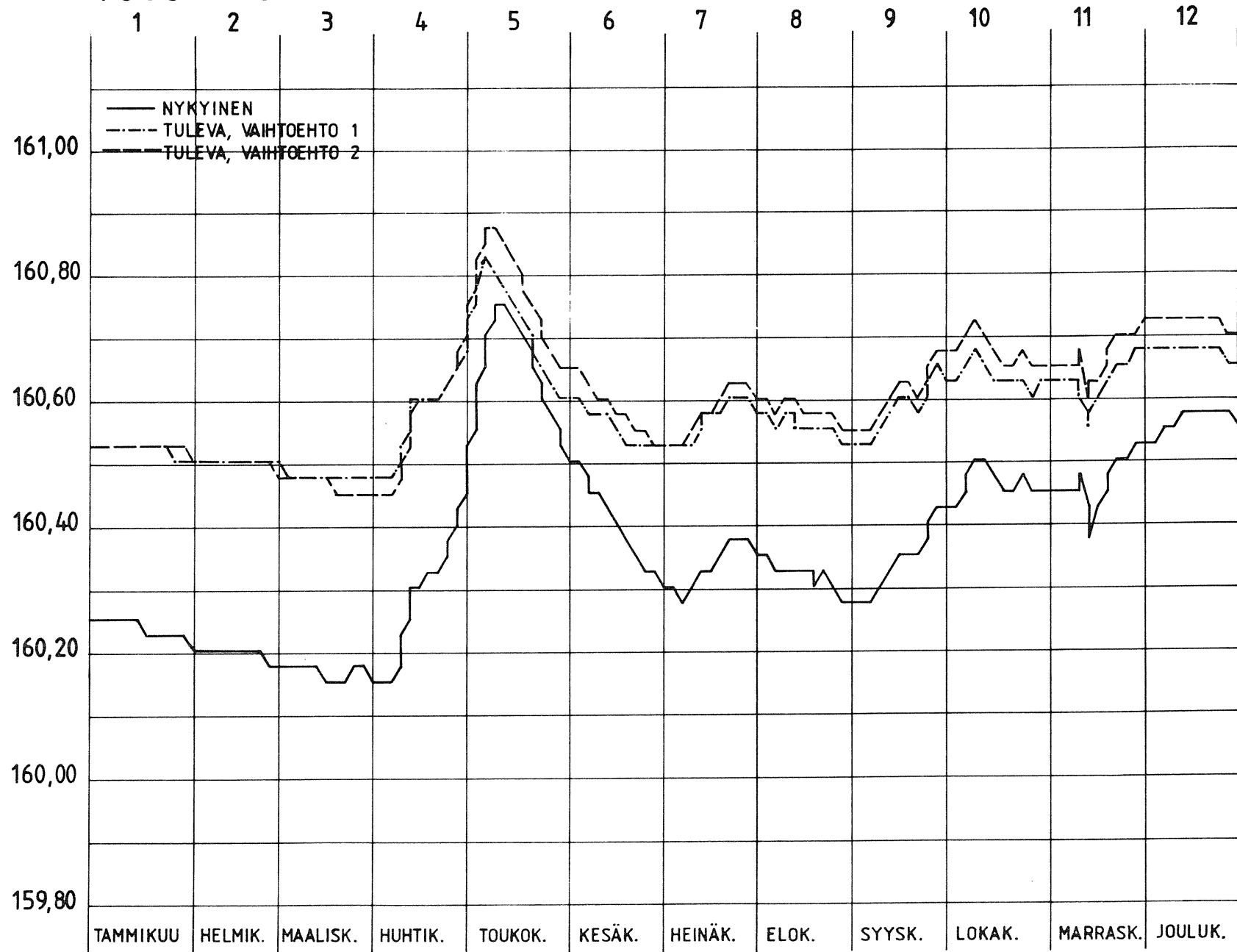
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1972



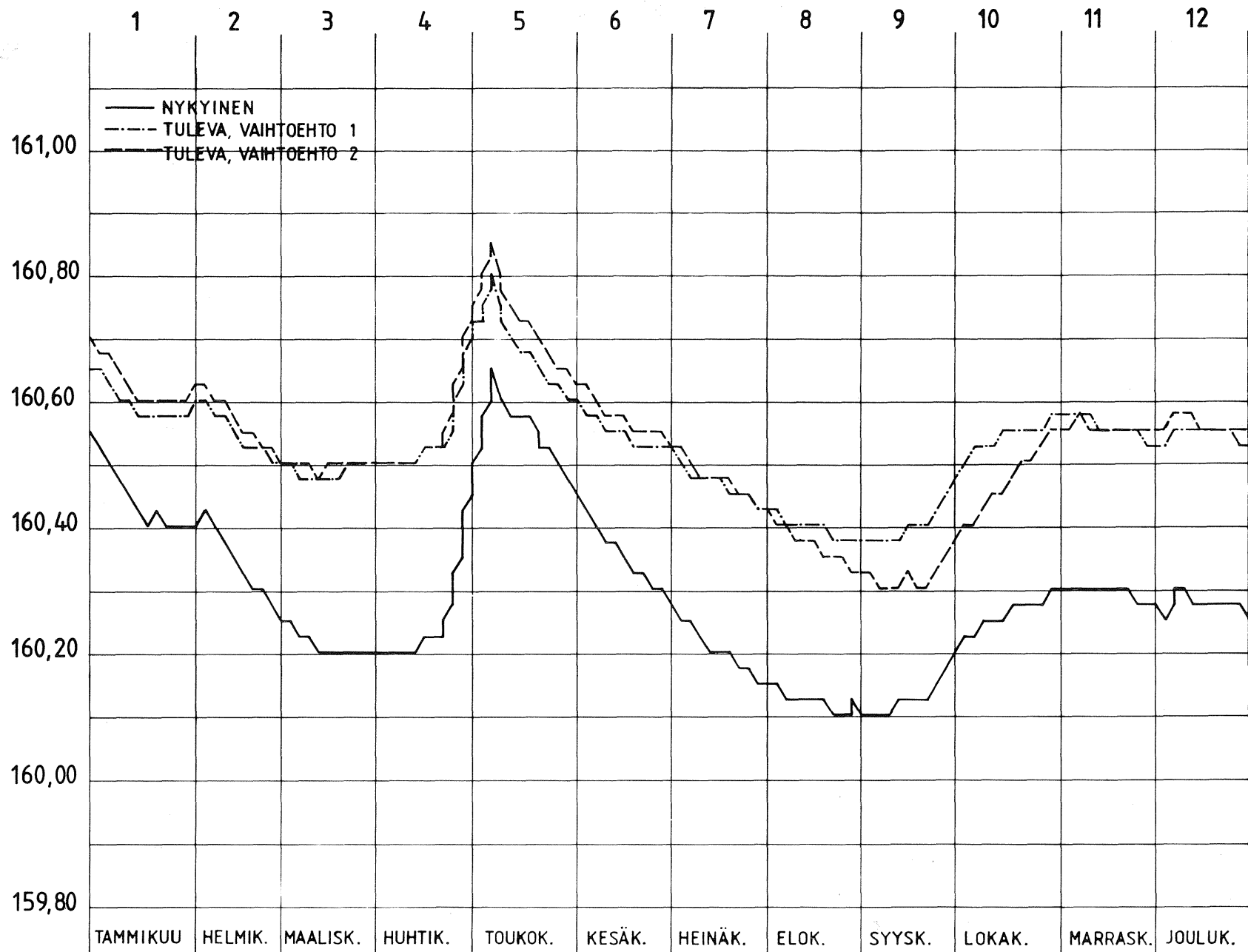
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1973



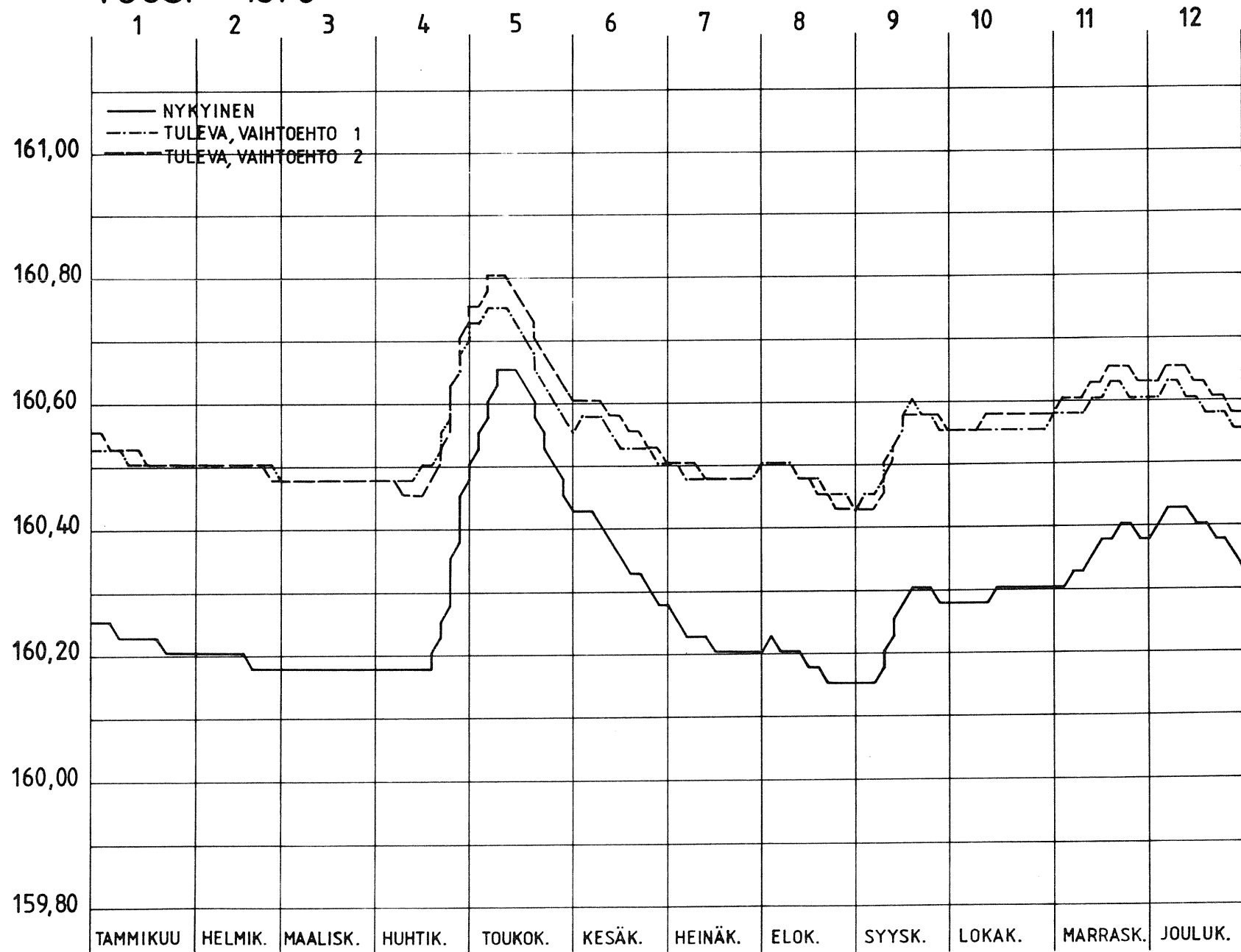
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1974



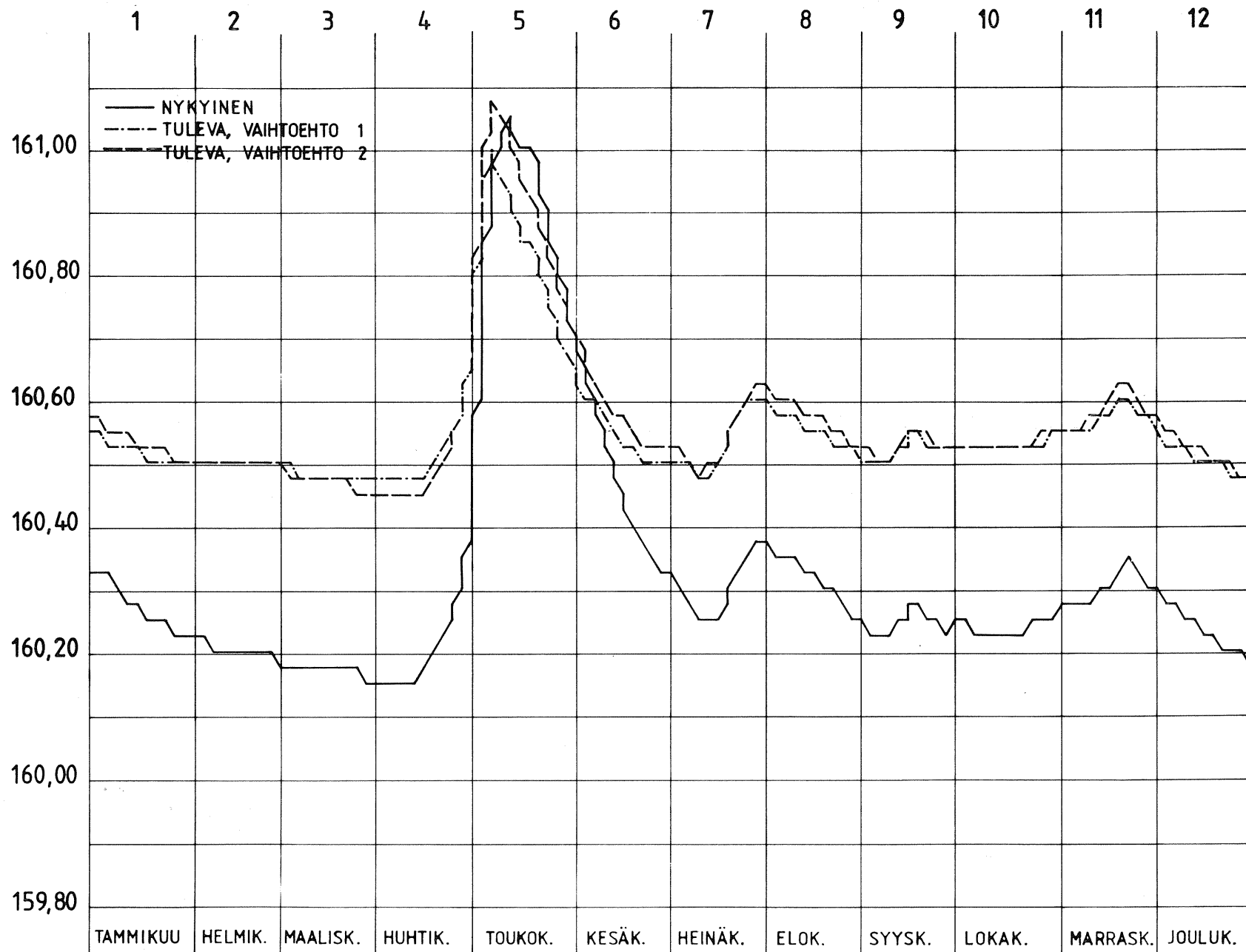
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1975



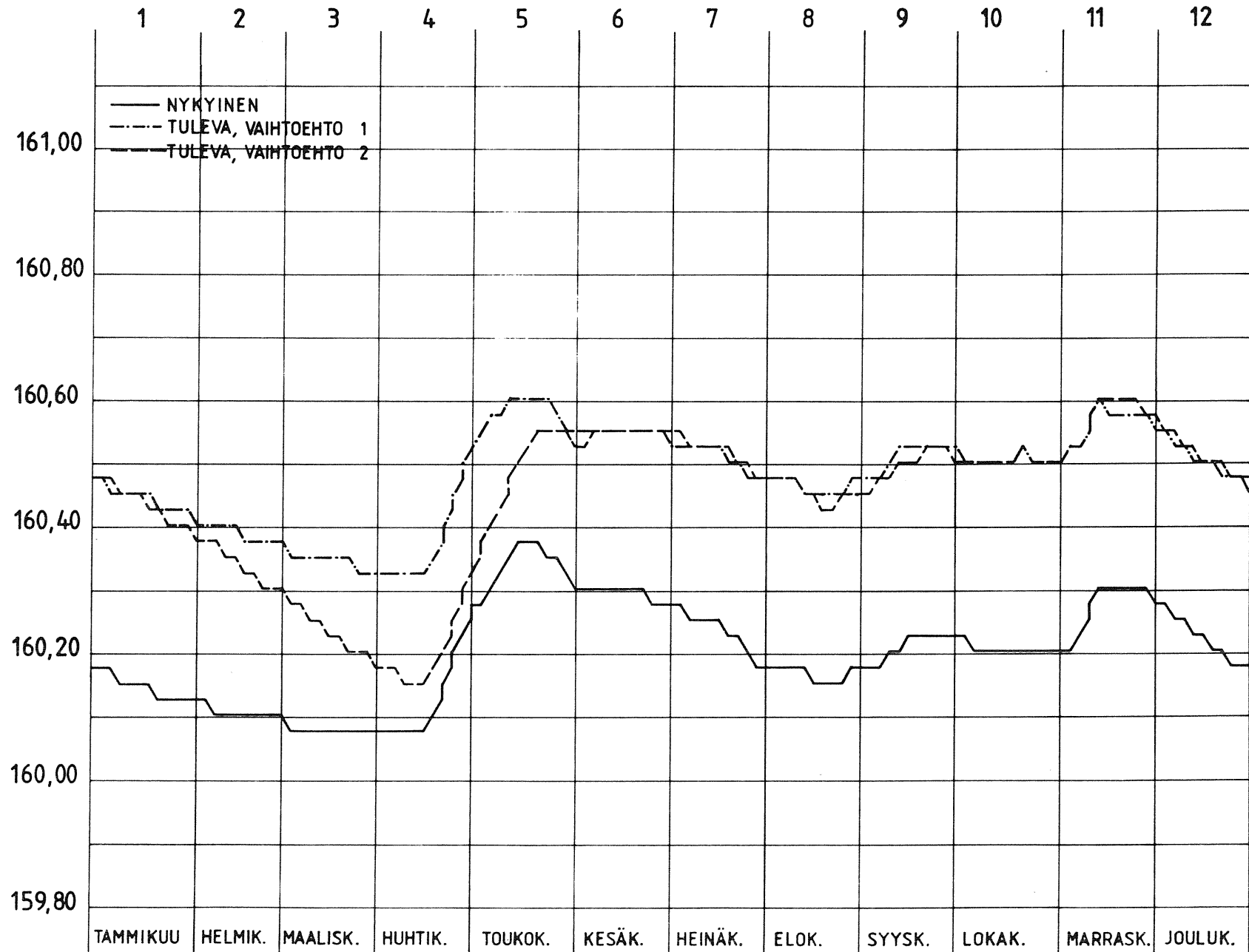
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1976



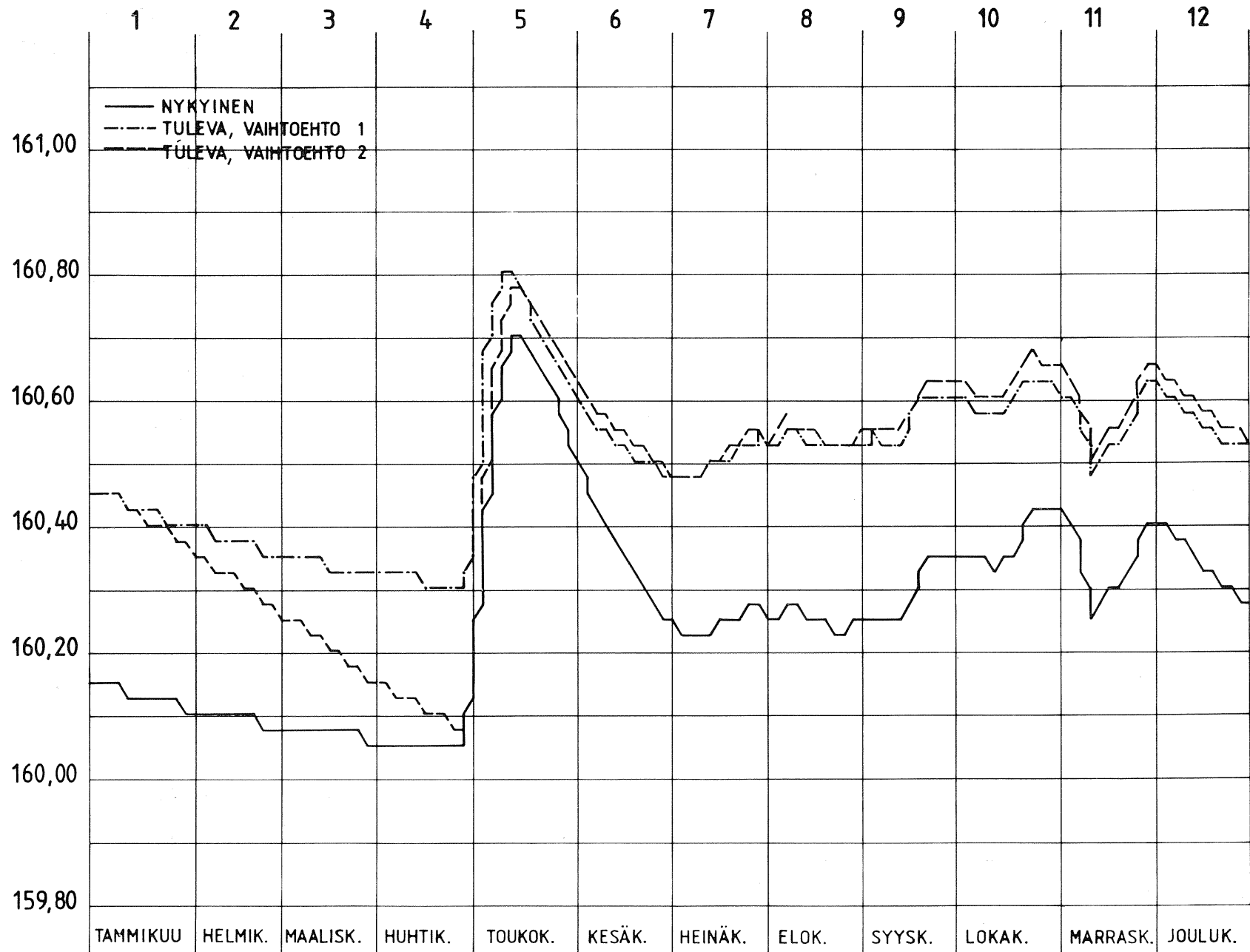
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1977



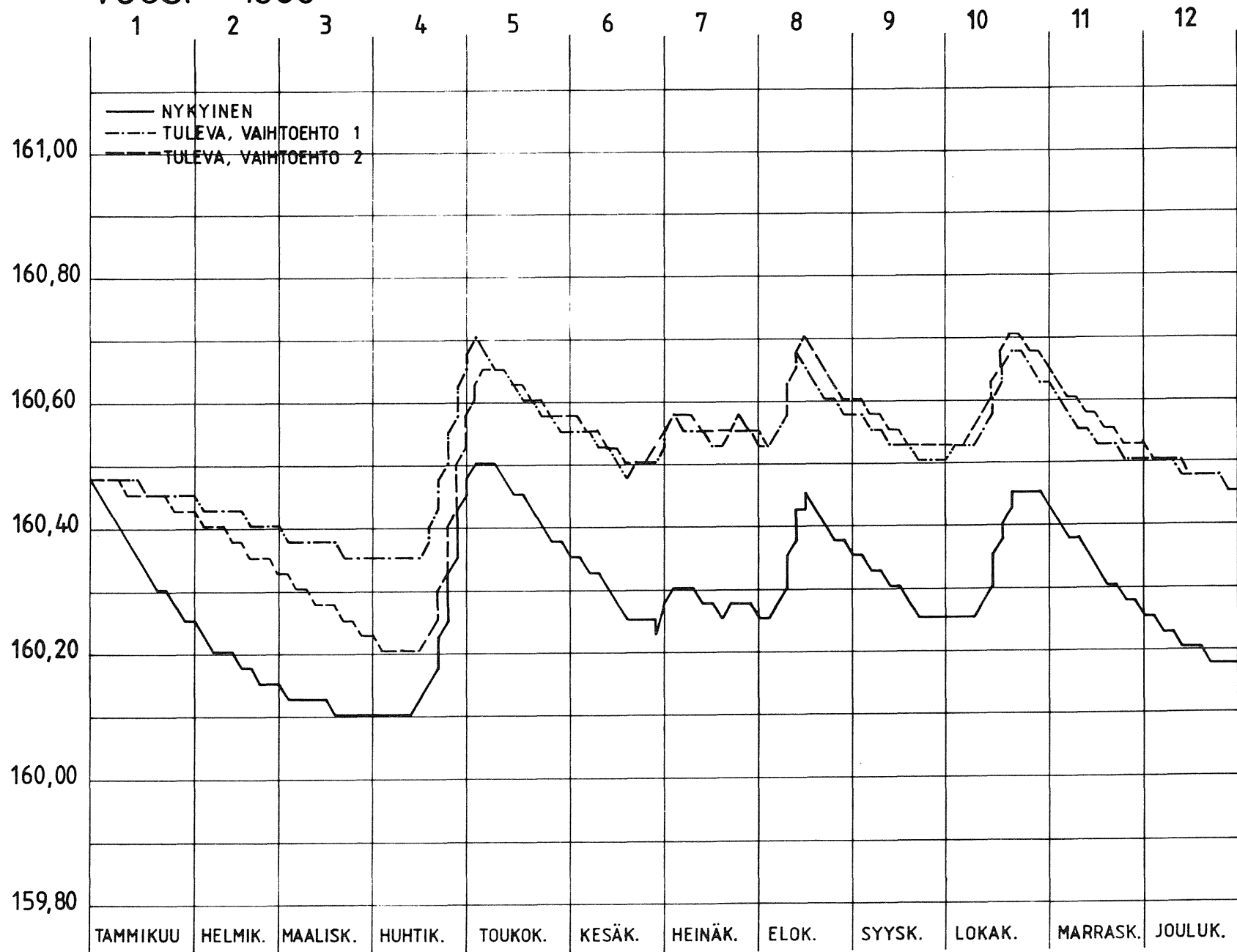
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1978



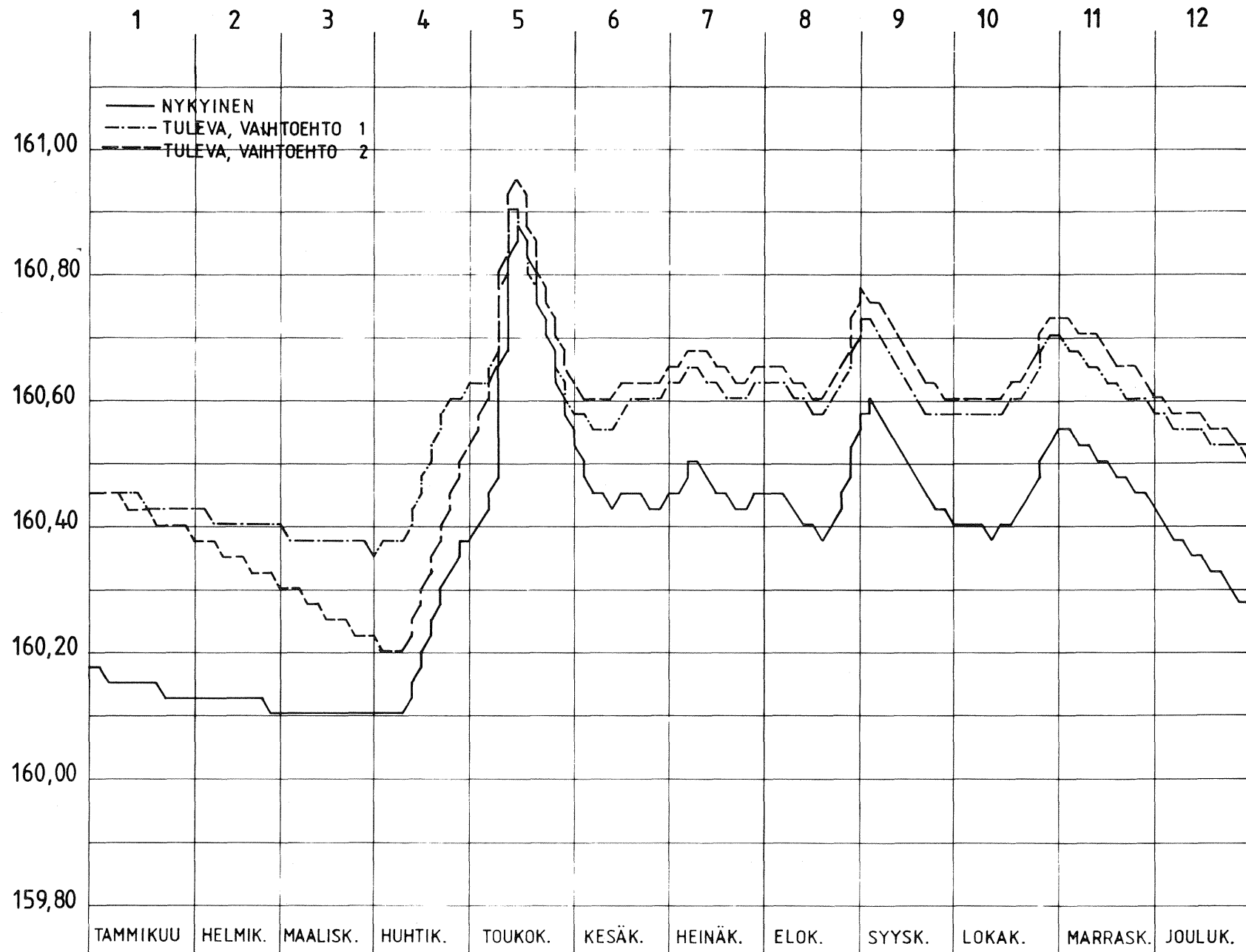
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1979



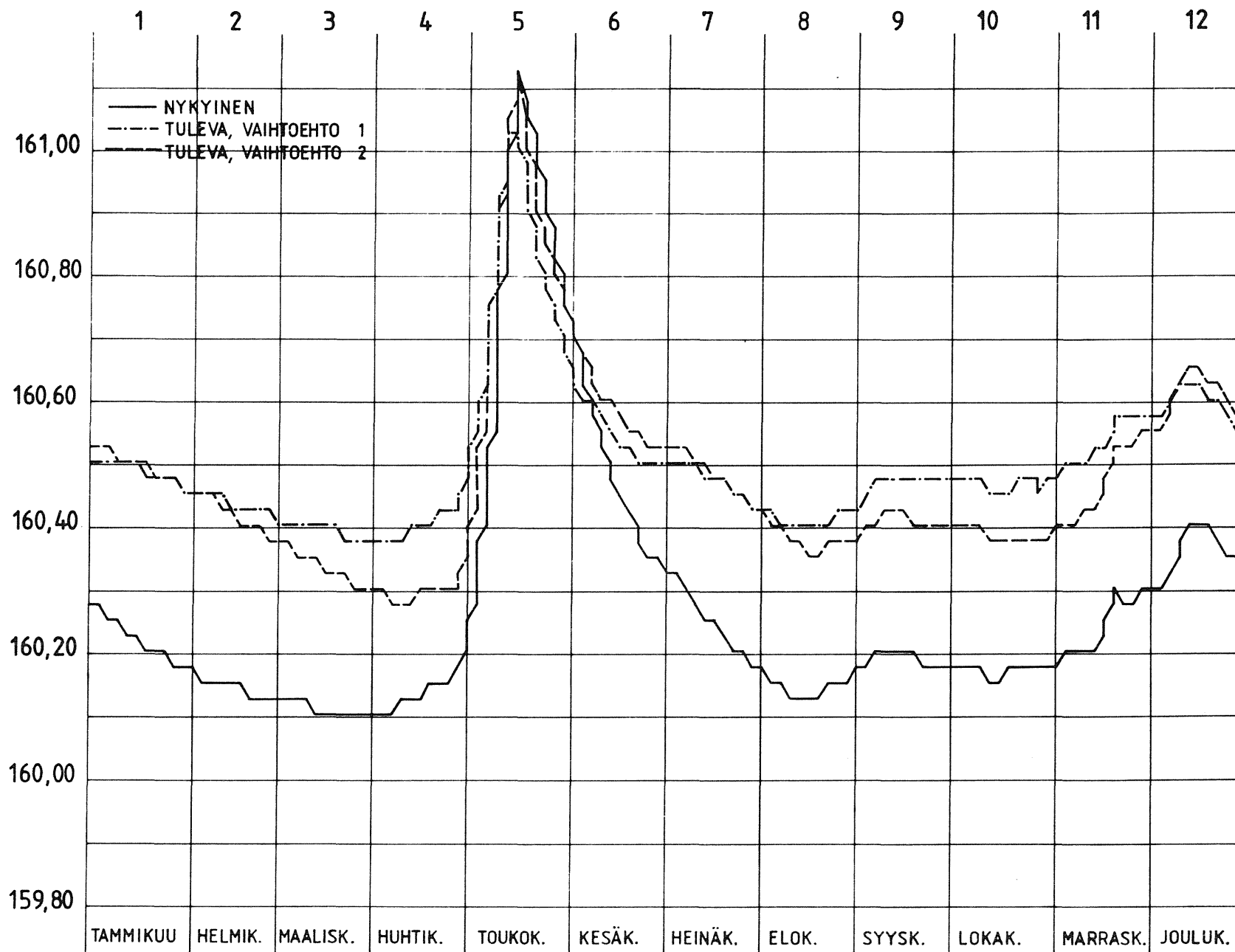
NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1980

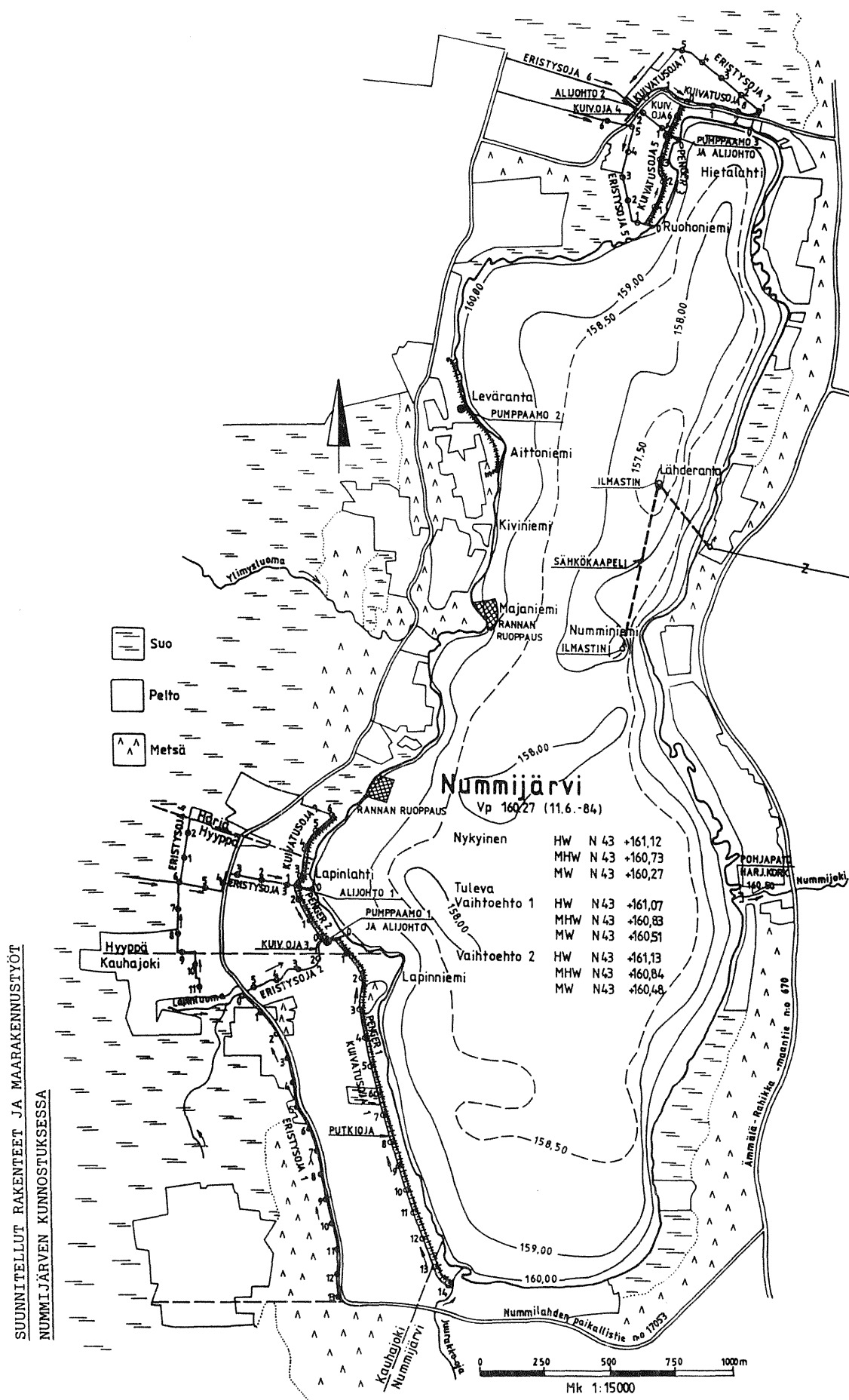


NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1981



NUMMIJÄRVEN VEDENKORKEUS VUOSI 1982



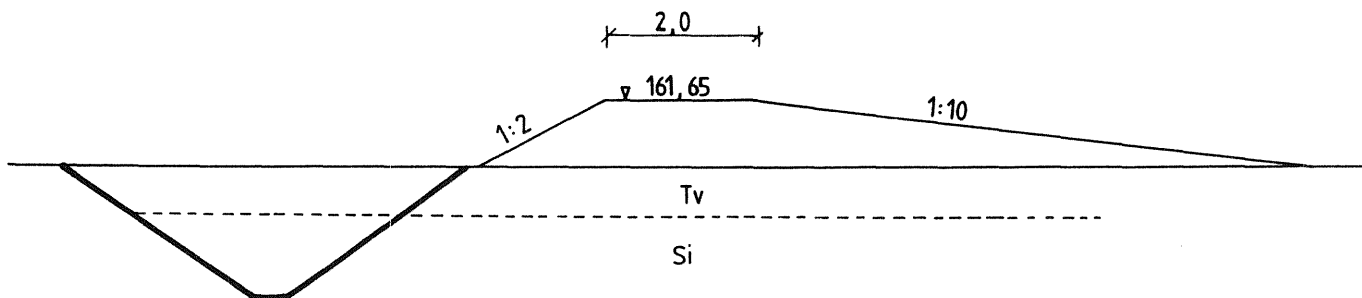


LIITE 7

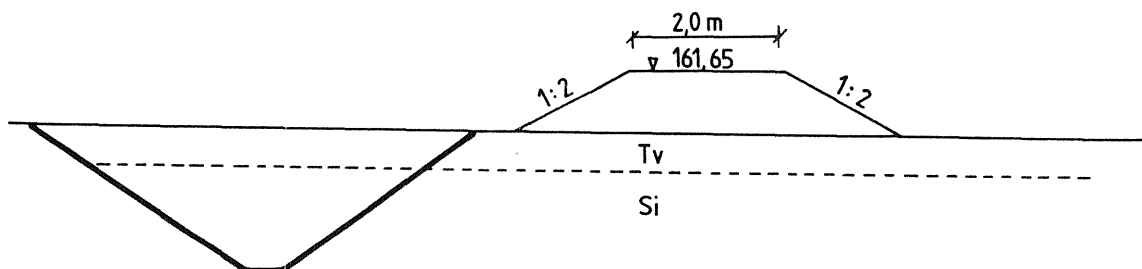
PENKEREIDEN TYYPIPOIKKILEIKKAUKSIA (PENKEREET TONTTIEN TAKARAJALLA)

Mk 1:100

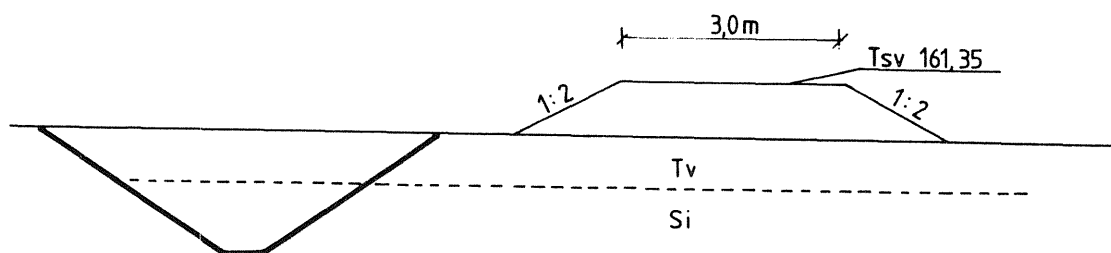
Viljeltävä pelto



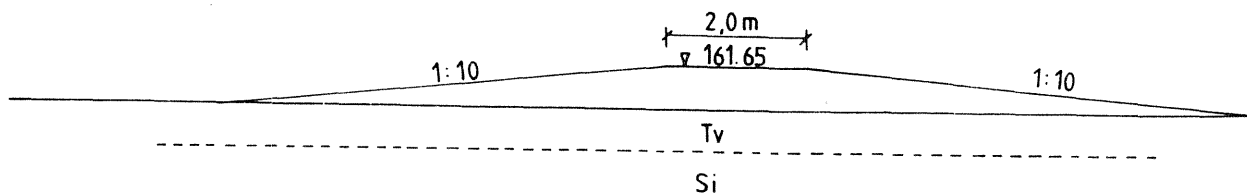
Metsä



Tonttialue huvilatie



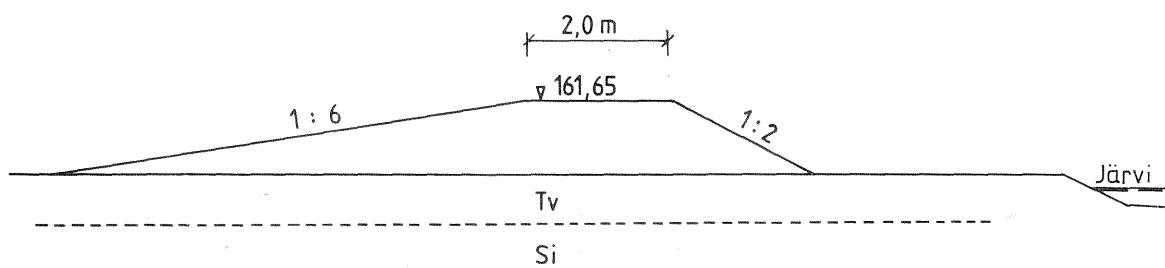
Tonttialue (putkioja)



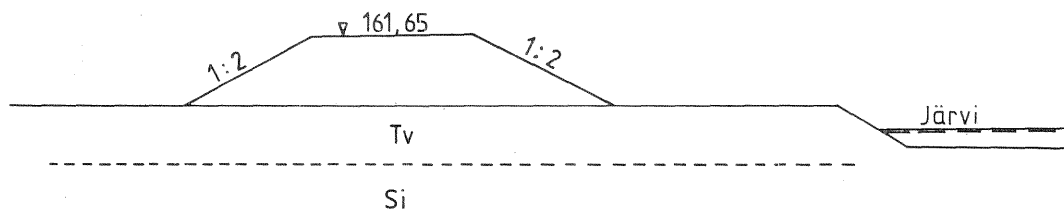
PENKEREIDEN TYYPIPOIKKILEIKKAUKSIA (PENGER JÄRVEN RANNASSA)

Mk 1:100

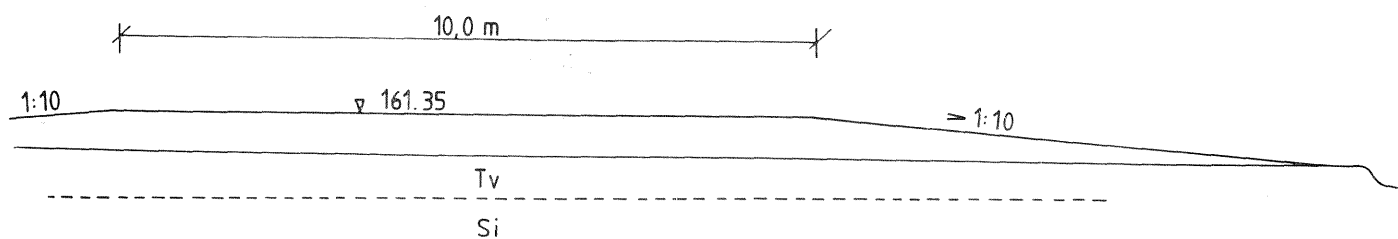
Viljeltävä pelto



Metsä



Tonttialue



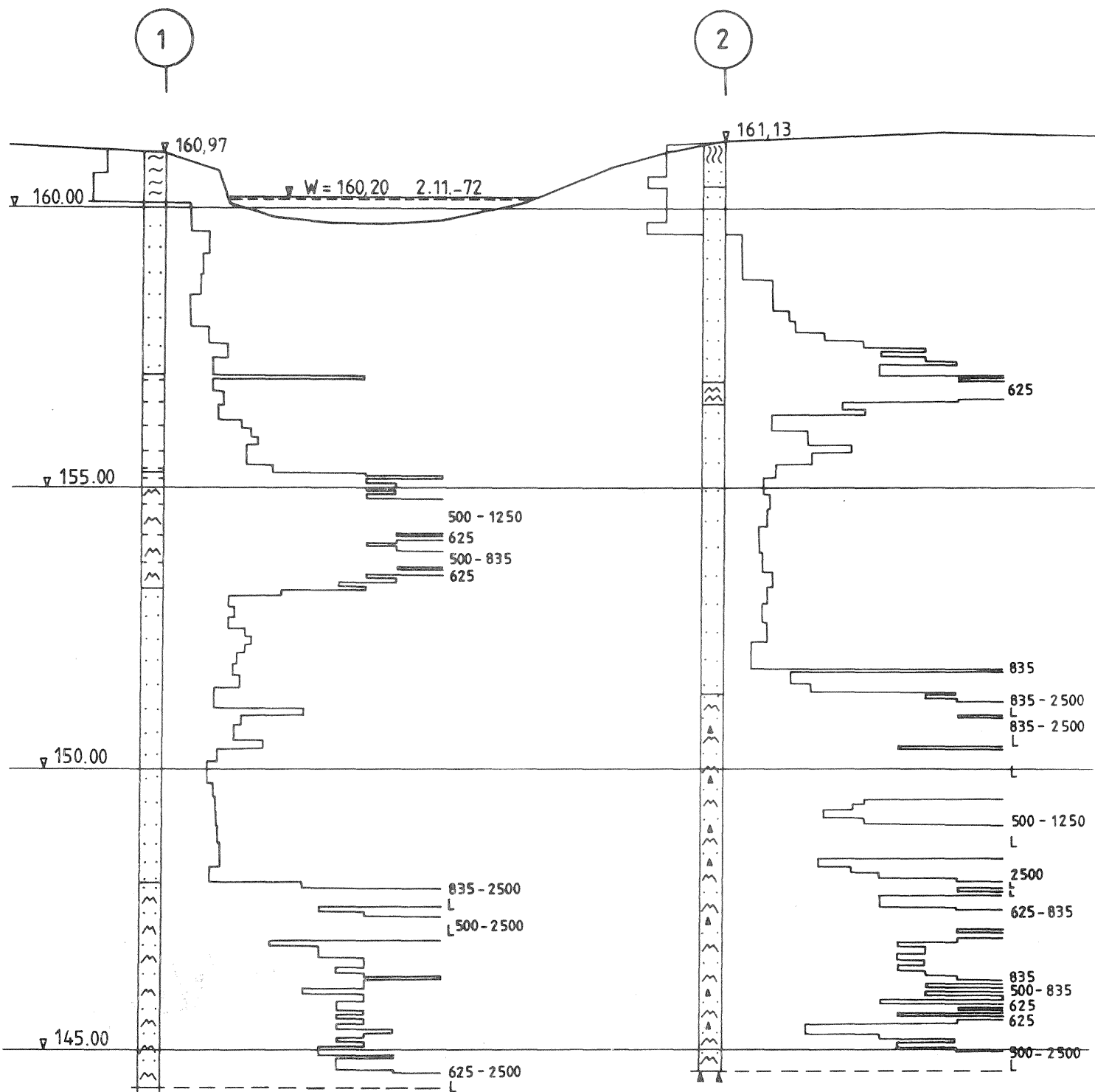
[illegible]

POHJAPATO Pl 32+00
Harjan kork. 160.50

ASTEIKKO
0-piste (N 43-taso)

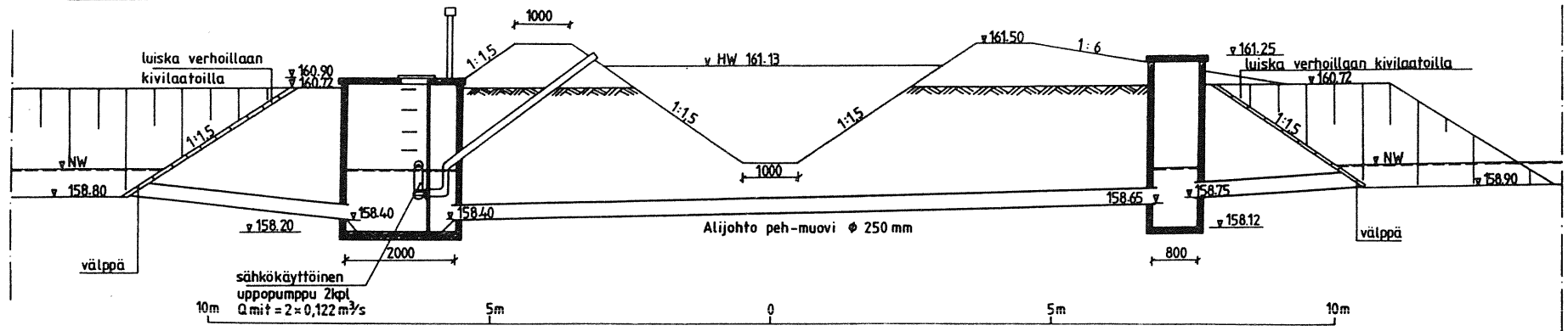
Mk 1: 4000

PAINOKAIRAUSTULOKSET POHJAPADON PAIKALLA NUMMIJOESSA
PAALULTA 32+00 NUMMIJÄRVEN KUNNOSTUSHANKKEESSA

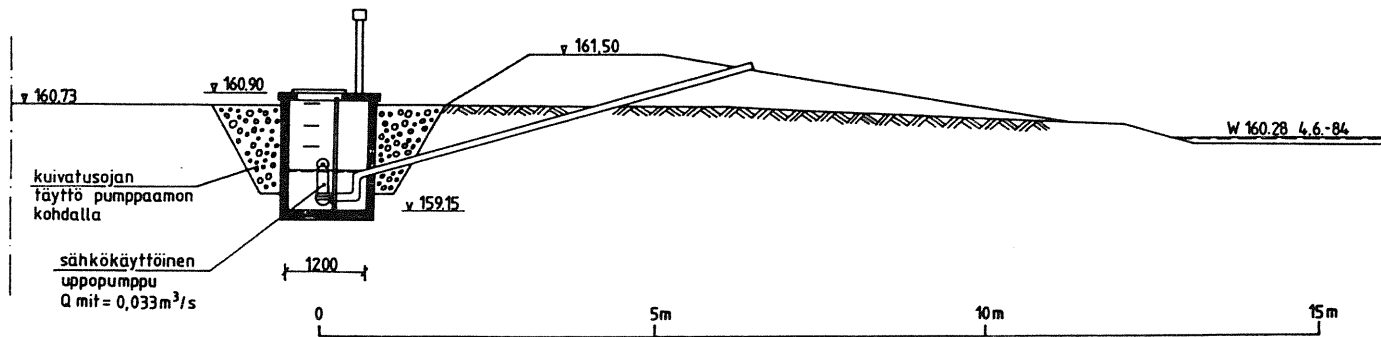


PUMPPAAMOIDEN POIKKILEIKKAUKSET KUIVA-
TETTAVILLA ALUEILLA NUMMIJÄRVEN KUNNOS-
TUKESSA

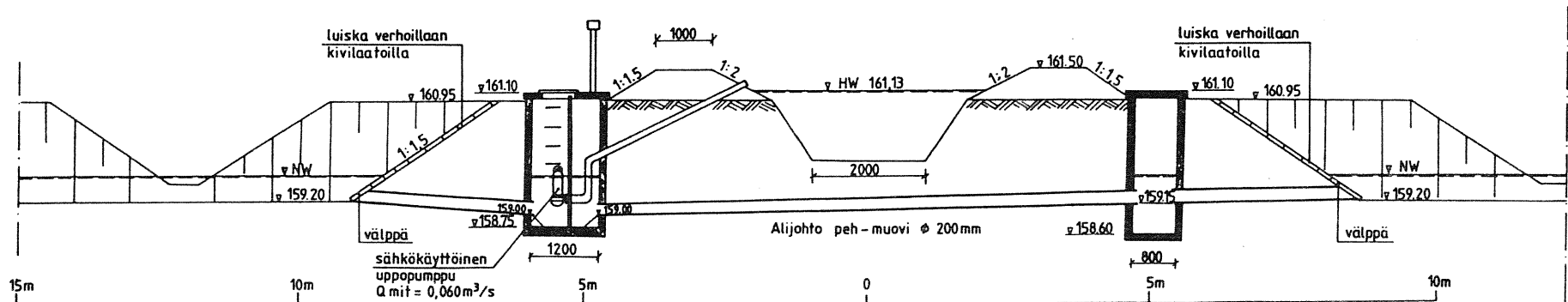
PUMPPAAMO 1 JA ALIJOHTO Mk ~ 1:100



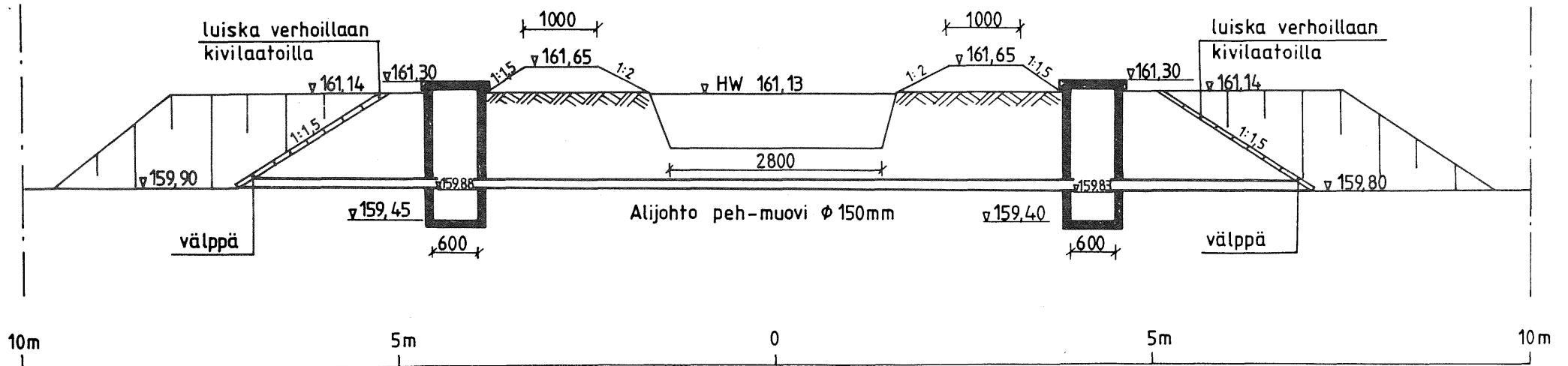
PUMPPAAMO 2 Mk ~ 1:100



PUMPPAAMO 3 JA ALIJOHTO Mk ~ 1:100



ALIOHDON 2 POIKKILEIKKAUS MK~1:100 NUMMIJÄRVEN LÄNSIRANNALLA
POHJOISOSASSA KUIVATETTAVALLA ALUEELLA



NUMMIJÄRVEN RANTAMAIDEN MAATALOUELLISET HAITTALASKELMAT KEVÄTJAKSOLLE 1.5 - 31.5
VAIHTOEHTO 1

| | | | j=1 | 161,30 m | j=2 | 161,00 m | j=3 | 160,70 m |
|--------|----------------------------|------------|------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|
| i | W
N ₄₃ + (m) | Δpi
(%) | ki ₁ | Δpi · ki ₁
(%) | ki ₂ | Δpi · ki ₂
(%) | ki ₃ | Δpi · ki ₃
(%) |
| 1 | 160,00 – 160,20 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,42 | 0,00 |
| 2 | 160,20 – 160,40 | -2,38 | 1,00 | -2,38 | 1,25 | -2,97 | 3,00 | -7,14 |
| 3 | 160,40 – 160,60 | -22,50 | 1,14 | -25,65 | 1,75 | -39,38 | 3,00 | -67,50 |
| 4 | 160,60 – 160,80 | -30,00 | 1,42 | -42,60 | 3,00 | -90,00 | 3,00 | -90,00 |
| 5 | 160,80 – 161,00 | -3,50 | 3,00 | -10,50 | 3,00 | -10,50 | 3,00 | -10,50 |
| 6 | 161,00 – 161,20 | 0,25 | 3,00 | 0,75 | 3,00 | 0,75 | 3,00 | 0,75 |
| 7 | 161,20 – 161,40 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 |
| SUMMAT | | | k ₁ = | -80,38 | k ₂ = | -142,10 | k ₃ = | -174,39 |

$$\text{HAITTA}_1 = -0,8038 \cdot 300 \text{ mk/ha} \cdot 13,76 = -3 \ 318 \text{ mk/ha}$$

$$\text{HAITTA}_2 = -1,4210 \cdot 300 \text{ mk/ha} \cdot 13,76 = -5 \ 866 \text{ mk/ha}$$

$$\text{HAITTA}_3 = -1,7439 \cdot 300 \text{ mk/ha} \cdot 13,76 = -7 \ 199 \text{ mk/ha}$$

NUMMIJÄRVEN RANTAMAIDEN MAATALOUEDELLISET HAITTALASKELMAT KEVÄTJAKSOLLE 1.5 - 31.5

VAIHTOEHTO 2

| | | | j=1 | 161,30 m | j=2 | 161,00 m | j=3 | 160,70 m |
|--------|----------------------------|---------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|
| i | W
N ₄₃ + (m) | Δp_i
(%) | k_{i1} | $\Delta p_i \cdot k_{i1}$
(%) | k_{i2} | $\Delta p_i \cdot k_{i2}$
(%) | k_{i3} | $\Delta p_i \cdot k_{i3}$
(%) |
| 1 | 160,00 - 160,20 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,42 | 0,00 |
| 2 | 160,20 - 160,40 | -0,50 | 1,00 | -0,50 | 1,25 | -0,62 | 3,00 | -1,50 |
| 3 | 160,40 - 160,60 | -16,00 | 1,14 | -18,24 | 1,75 | -28,00 | 3,00 | -48,00 |
| 4 | 160,60 - 160,80 | -29,75 | 1,42 | -42,24 | 3,00 | -89,25 | 3,00 | -89,25 |
| 5 | 160,80 - 161,00 | -3,50 | 3,00 | -10,50 | 3,00 | -10,50 | 3,00 | -10,50 |
| 6 | 161,00 - 161,20 | -0,50 | 3,00 | -1,50 | 3,00 | -1,50 | 3,00 | -1,50 |
| 7 | 161,20 - 161,40 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 |
| SUMMAT | | | $k_1 =$ | -72,98 | $k_2 =$ | -129,87 | $k_3 =$ | -150,75 |

$$\text{HAITTA}_1 = -0,7298 \cdot 300 \text{ mk/ha} \cdot 13,76 = -3 \ 013 \text{ mk/ha}$$

$$\text{HAITTA}_2 = -1,2987 \cdot 300 \text{ mk/ha} \cdot 13,76 = -5 \ 361 \text{ mk/ha}$$

$$\text{HAITTA}_3 = -1,5075 \cdot 300 \text{ mk/ha} \cdot 13,76 = -6 \ 223 \text{ mk/ha}$$

NUMMIJÄRVEN RANTAMAIDEN MAATALOUEDELLISET HYÖTYLASKELMAT KESÄJAKSOLLE 1.6 - 31.8
VAIHTOEHTO 1

| | | | j=1 | 161,30 m | j=2 | 161,00 m | j=3 | 160,70 m |
|--------|----------------------------|---------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|
| i | W
N ₄₃ + (m) | Δp_i
(%) | k_{i1} | $\Delta p_i \cdot k_{i1}$
(%) | k_{i2} | $\Delta p_i \cdot k_{i2}$
(%) | k_{i3} | $\Delta p_i \cdot k_{i3}$
(%) |
| 1 | 160,00 - 160,20 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,92 | 0,00 |
| 2 | 160,20 - 160,40 | 57,75 | 1,00 | 57,75 | 1,00 | 57,75 | 0,72 | 41,58 |
| 3 | 160,40 - 160,60 | 49,50 | 1,00 | 49,50 | 0,83 | 41,08 | 0,37 | 18,32 |
| 4 | 160,60 - 160,80 | 0,50 | 0,92 | 0,46 | 0,60 | 0,30 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 160,80 - 161,00 | 0,00 | 0,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 161,00 - 161,20 | 0,00 | 0,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 161,20 - 161,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| SUMMAT | | | $k_1 =$ | 107,71 | $k_2 =$ | 99,13 | $k_3 =$ | 59,90 |

$$HYÖTY_1 = 1,0771 \cdot 3 \text{ 200 mk/ha} \cdot 13,76 = 47 \text{ 427 mk/ha}$$

$$HYÖTY_2 = 0,9913 \cdot 3 \text{ 200 mk/ha} \cdot 13,76 = 43 \text{ 649 mk/ha}$$

$$HYÖTY_3 = 0,5990 \cdot 3 \text{ 200 mk/ha} \cdot 13,76 = 26 \text{ 375 mk/ha}$$

NUMMIJÄRVEN RANTAMAIDEN MAATALOUEDELLISET HYÖTYLASKELMAT KESÄJAKSOLLE 1.6 - 31.8
VAIHTOEHTO 2

| | | | j=1 | 161,30 m | j=2 | 161,00 m | j=3 | 160,70 m |
|--------|----------------------------|------------|------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|
| i | W
N ₄₃ + (m) | Δpi
(%) | ki ₁ | Δpi · ki ₁
(%) | ki ₂ | Δpi · ki ₂
(%) | ki ₃ | Δpi · ki ₃
(%) |
| 1 | 160,00 - 160,20 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,92 | 0,00 |
| 2 | 160,20 - 160,40 | 60,75 | 1,00 | 60,75 | 1,00 | 60,75 | 0,72 | 43,74 |
| 3 | 160,40 - 160,60 | 53,15 | 1,00 | 53,15 | 0,83 | 44,11 | 0,37 | 19,67 |
| 4 | 160,60 - 160,80 | 1,63 | 0,92 | 1,49 | 0,60 | 0,98 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 160,80 - 161,00 | 0,00 | 0,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 161,00 - 161,20 | 0,00 | 0,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 161,20 - 161,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| SUMMAT | | | k ₁ = | 115,39 | k ₂ = | 105,84 | k ₃ = | 63,41 |

$$\text{HYÖTY}_1 = 1,1539 \cdot 3\,200 \text{ mk/ha} \cdot 13,76 = 50\,806 \text{ mk/ha}$$

$$\text{HYÖTY}_2 = 1,0584 \cdot 3\,200 \text{ mk/ha} \cdot 13,76 = 46\,603 \text{ mk/ha}$$

$$\text{HYÖTY}_3 = 0,6341 \cdot 3\,200 \text{ mk/ha} \cdot 13,76 = 27\,921 \text{ mk/ha}$$

NUMMIJÄRVEN RANTAMAIDEN MAATALOUEDELLISET HAITTALASKELMAT SYKSYJAKSOLLE 1.9 - 31.10

VAIHTOEHTO 1

| | | | j=1 | 161,30 m | j=2 | 161,00 m | j=3 | 160,70 m |
|--------|----------------------------|------------|------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|
| i | W
N ₄₃ + (m) | Δpi
(%) | ki ₁ | Δpi · ki ₁
(%) | ki ₂ | Δpi · ki ₂
(%) | ki ₃ | Δpi · ki ₃
(%) |
| 1 | 160,00 - 160,20 | -2,50 | 1,00 | -2,50 | 1,00 | -2,50 | 1,42 | -3,55 |
| 2 | 160,20 - 160,40 | -71,50 | 1,00 | -71,50 | 1,25 | -89,37 | 3,00 | -214,50 |
| 3 | 160,40 - 160,60 | -60,37 | 1,14 | -69,24 | 1,75 | -105,64 | 3,00 | -181,11 |
| 4 | 160,60 - 160,80 | -0,50 | 1,42 | -0,71 | 3,00 | -1,50 | 3,00 | -1,50 |
| 5 | 160,80 - 161,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 |
| 6 | 161,00 - 161,20 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 |
| 7 | 161,20 - 161,40 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 |
| SUMMAT | | | k ₁ = | -143,95 | k ₂ = | -199,01 | k ₃ = | -400,66 |

$$\text{HAITTA}_1 = -1,4395 \cdot 800 \text{ mk/ha} \cdot 13,76 = -15\ 846 \text{ mk/ha}$$

$$\text{HAITTA}_2 = -1,9901 \cdot 800 \text{ mk/ha} \cdot 13,76 = -21\ 907 \text{ mk/ha}$$

$$\text{HAITTA}_3 = -4,0066 \cdot 800 \text{ mk/ha} \cdot 13,76 = -44\ 105 \text{ mk/ha}$$

NUMMIJÄRVEN RANTAMAIDEN MAATALOUEDELLISET HAITTALASKELMAT SYKSYJAKSOLLE 1.9 - 31.10
VAIHTOEHTO 2

| | | | j=1 | 161,30 m | j=2 | 161,00 m | j=3 | 160,70 m |
|--------|----------------------------|------------|------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|
| i | W
N ₄₃ + (m) | Δpi
(%) | ki ₁ | Δpi · ki ₁
(%) | ki ₂ | Δpi · ki ₂
(%) | ki ₃ | Δpi · ki ₃
(%) |
| 1 | 160,00 - 160,20 | -2,50 | 1,00 | -2,50 | 1,00 | -2,50 | 1,42 | -3,55 |
| 2 | 160,20 - 160,40 | -64,25 | 1,00 | -64,25 | 1,25 | -80,31 | 3,00 | -192,75 |
| 3 | 160,40 - 160,60 | -98,00 | 1,14 | -111,72 | 1,75 | -171,50 | 3,00 | -294,00 |
| 4 | 160,60 - 160,80 | -2,25 | 1,42 | -3,19 | 3,00 | -6,75 | 3,00 | -6,75 |
| 5 | 160,80 - 161,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 |
| 6 | 161,00 - 161,20 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 |
| 7 | 161,20 - 161,40 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 |
| SUMMAT | | | k ₁ = | -181,66 | k ₂ = | -261,06 | k ₃ = | -497,05 |

$$\text{HAITTA}_1 = -1,8166 \cdot 800 \text{ mk/ha} \cdot 13,76 = -19\,997 \text{ mk/ha}$$

$$\text{HAITTA}_2 = -2,6106 \cdot 800 \text{ mk/ha} \cdot 13,76 = -28\,737 \text{ mk/ha}$$

$$\text{HAITTA}_3 = -4,9705 \cdot 800 \text{ mk/ha} \cdot 13,76 = -54\,715 \text{ mk/ha}$$

KARVIANJOEN VESISTÖSSÄ NELJÄLLE VOIMALAITOKSELLE YHTEENSÄ TULEVA VOIMA-
TALOUSHAITTA NUMMIJÄRVEN KUNNOSTUSHANKKEESTA POHJAPATOVAIHTOEHDOS 1

Tehon pienennys 10,7 kW, Pe 5,35 kW ja La 5,35 kW

| | | |
|-----------------|-------------|----------------------|
| Energianmenetys | kesä | Pe 88 441 kWh |
| | talvi päivä | Pe 7 039 kWh (15/24) |
| | | La 7 039 kWh (15/24) |
| | talvi yö | Pe 8 563 kWh (9/24) |

Vuosittainen haitta T3-tariffin 1.9.1982 mukaan

| | | |
|------------|----|---|
| Tehomaksut | Pe | $5,35 \text{ kW} \cdot 4,058 \text{ p/kWh} \cdot 8\,760 \text{ h} = 1\,902 \text{ mk/a}$ |
| | La | $5,35 \text{ kW} \cdot 1,830 \text{ p/kWh} \cdot 8\,760 \text{ h} = \underline{858 \text{ mk/a}}$ |
| | | 2 760 mk/a |

| | | |
|---------------|-------------|---|
| Energiamaksut | kesä | Pe 88 441 kWh · 14,958 p/kWh = 13 229 mk/a |
| | talvi päivä | Pe 7 039 kWh · 14,958 p/kWh = 1 053 mk/a |
| | | La 7 039 kWh · 38,796 p/kWh = 2 731 mk/a |
| | talvi yö | Pe 8 563 kWh · 13,598 p/kWh = <u>1 164 mk/a</u> |
| | | 18 177 mk/a |

Haitta yhteensä 20 937 mk/a

Kertakorvaus 6 % 30 a laskenta-aika

$13,76 \cdot 20\,937 \text{ mk} = \underline{\underline{288\,093 \text{ mk}}}$

KARVIANJOEN VESISTÖSSÄ NELJÄLLE VOIMALAITOKSELLE YHTEENSÄ TULEVA VOIMA-
TALOUSHAITTA NUMMIJÄRVEN KUNNOSTUSHANKKEESTA POHJAPATOVAIHTOEHDOS 2

Tehon pienennys 7,5 kW, Pe 3,75 kW ja La 3,75 kW

Energianmenetys kesä Pe 77 389 kWh

Vuosittainen haitta T3-tariffin 1.9.1982 mukaan

| | | |
|------------|----|--|
| Tehomaksut | Pe | $3,75 \text{ kW} \cdot 4,058 \text{ p/kW/h} \cdot 8\,760 \text{ h} = 1\,333 \text{ mk/a}$ |
| | La | $3,75 \text{ kW} \cdot 1,830 \text{ p/kW/h} \cdot 8\,760 \text{ h} = \underline{601 \text{ mk/a}}$ |
| | | 1 934 mk/a |

Energiamaksut kesä Pe $77\,389 \text{ kWh} \cdot 14,958 \text{ p/kWh} = 11\,576 \text{ mk}$

Haitta yhteensä 13 510 mk/a

Kertakorvaus 6 % 30 a laskenta-aika

$13,76 \cdot 13\,510 \text{ mk} = 185\,898 \text{ mk}$
=====

ERISTYS- JA KUIVATUSOJIEN RAKENNUSKUSTANNUKSET VAIHTOEHDOLISSA 1 A , 1 B ,
2 A ja 2 B NUMMIJÄRVEN KUNNOSTUSHANKKEESSA

Penger 1 ja pengeri 2

| | | | |
|-----------------|------------------------|---------------------------------|------------------|
| Alustavat työt: | paalutus | 7 370 m • 1,50 mk | 11 100 mk |
| | raivaus | 10 400 m ² • 1,50 mk | 15 600 mk |
| Kaivutyöt: | eristysojat E ja H | 8 900 m ³ • 5,60 mk | 49 900 mk |
| | kuivatusojat E ja H | 9 800 m ³ • 5,60 mk | 54 900 mk |
| | kaivumaiden levitys | 1 100 m ³ • 3,30 mk | <u>3 700 mk</u> |
| | YHTEENSÄ | | 135 200 mk |
| | Yleiskustannukset 30 % | | <u>40 600 mk</u> |
| | KUSTANNUKSET | | 175 800 mk |

Penger 3

| | | | |
|-----------------|------------------------|--------------------------------|------------------|
| Alustavat työt: | paalutus | 3 420 m • 1,50 mk | 5 100 mk |
| | raivaus | 1 400 m ² • 1,50 mk | 2 100 mk |
| Kaivutyöt: | eristysojat E ja H | 3 900 m ³ • 5,60 mk | 21 800 mk |
| | kuivatusojat E ja H | 4 800 m ³ • 5,60 mk | <u>26 900 mk</u> |
| | YHTEENSÄ | | 55 900 mk |
| | Yleiskustannukset 30 % | | <u>16 800 mk</u> |
| | KUSTANNUKSET | | 72 700 mk |

TULVAPENKEREIDEN RAKENNUSKUSTANNUKSET VAIHTOEHDOISSA 1 A ja 2 A
 NUMMIJÄRVEN KUNNOSTUSHANKKEESSA

Penger 1 ja pengeri 2

Alustavat työt: Laskettu eristys- ja kuivatusojien kustannuksiin

| | | | |
|-----------------|------------------------|---------------------------------|------------------|
| Pengerristytöt: | kaivumaiden siirto | 3 900 m ³ · 10,00 mk | 39 000 mk |
| | muotoilu ja tasaus | 67 400 m ² · 2,20 mk | 148 300 mk |
| | loppusiivous | 2 300 m · 3,90 mk | 9 000 mk |
| | nurmetus | 67 400 m ² · 0,70 mk | <u>47 200 mk</u> |
| | YHTEENSÄ | | 243 500 mk |
| | Yleiskustannukset 30 % | | <u>73 000 mk</u> |
| | KUSTANNUKSET | | 316 500 mk |

Penger 3

Alustavat työt: Laskettu eristys- ja kuivatusojien kustannuksiin

| | | | |
|-----------------|------------------------|---------------------------------|------------------|
| Pengerristytöt: | muotoilu ja tasaus | 13 900 m ² · 2,20 mk | 30 600 mk |
| | loppusiivous | 520 m · 3,90 mk | 2 000 mk |
| | nurmetus | 13 900 m ² · 0,70 mk | <u>9 700 mk</u> |
| | YHTEENSÄ | | 42 300 mk |
| | Yleiskustannukset 30 % | | <u>12 700 mk</u> |
| | KUSTANNUKSET | | 55 000 mk |

TULVAPENKEREIDEN RAKENNUSKUSTANNUKSET VAIHTOEHDOISSA 1 B ja 2 B
 NUMMIJÄRVEN KUNNOSTUSHANKKEESSA

Penger 1 ja pengerrys 2

| | | | |
|----------------|-------------------------|----------------------------------|------------|
| Pengerrystyöt: | kaivu rantavyöhykkeeltä | 6 200 m ³ · 8,00 mk | 49 600 mk |
| | maansiirto ja kuormaus | 17 200 m ³ · 10,00 mk | 172 000 mk |
| | muotoilu ja tasaus | 29 300 m ² · 2,20 mk | 64 500 mk |
| | loppusiivous | 2 110 m · 3,90 mk | 8 300 mk |
| | nurmetus | 29 300 m ² · 0,70 mk | 20 500 mk |
| | YHTEENSÄ | | 314 900 mk |
| | Yleiskustannukset 30 % | | 94 500 mk |
| | KUSTANNUKSET | | 409 400 mk |

Penger 3

| | | | |
|----------------|-------------------------|---------------------------------|------------|
| Pengerrystyöt: | kaivu rantavyöhykkeeltä | 2 600 m ³ · 8,00 mk | 20 800 mk |
| | maansiirto ja kuormaus | 3 800 m ³ · 10,00 mk | 38 000 mk |
| | muotoilu ja tasaus | 9 700 m ² · 2,20 mk | 21 300 mk |
| | loppusiivous | 540 m · 3,90 mk | 2 100 mk |
| | nurmetus | 9 700 m ² · 0,70 mk | 6 800 mk |
| | YHTEENSÄ | | 89 000 mk |
| | Yleiskustannukset 30 % | | 26 700 mk |
| | KUSTANNUKSET | | 115 700 mk |

NUMMIJOEN PERKAUKSEN RAKENNUSKUSTANNUKSET VAIHTOEHDOISSA 1 A, 1 B, 2 A ja 2 B
NUMMIJÄRVEN KUNNOSTUSHANKKEESSA

| | | | |
|-------------------------|---------------------|--------------------------------|-----------|
| Alustavat työt: | paalutus | 1 112 m · 1,50 mk | 1 700 mk |
| Kaivutyöt: | E ja H | 4 100 m ³ · 5,50 mk | 22 600 mk |
| | M ja K | 200 m ³ · 7,50 mk | 1 500 mk |
| Viimeistely: | kaivumaiden levitys | 4 300 m ³ · 3,50 mk | 15 100 mk |
| | loppusiivous | 1 112 m · 1,50 mk | 1 700 mk |
| YHTEENSÄ | | | 42 600 mk |
| Yleiskustannukset 30 % | | | 12 800 mk |
| K U S T A N N U K S E T | | | 55 400 mk |

YKSITYISTIEN KOROTUKSEN RAKENNUSKUSTANNUKSET VAIHTOEHDOISSA 1 A, 1 B, 2 A ja 2 B
NUMMIJÄRVEN KUNNOSTUSHANKKEESSA

| | | |
|-------------------------|-------------------------------|----------|
| Yksityistien korotus | 140 m ³ · 50,00 mk | 7 000 mk |
| Yleiskustannukset 30 % | | 2 100 mk |
| K U S T A N N U K S E T | | 9 100 mk |

HUVILATEIDEN KOROTUKSIEN RAKENNUSKUSTANNUKSET VAIHTOEHDOISSA 1 A ja 2 A
NUMMIJÄRVEN KUNNOSTUSHANKKEESSA

| | | |
|-------------------------|---------------------------------|-----------|
| Huvilateiden korotukset | 1 100 m ³ · 50,00 mk | 55 000 mk |
| Yleiskustannukset 30 % | | 16 500 mk |
| K U S T A N N U K S E T | | 71 500 mk |

HUVILATIEN KOROTUKSEN RAKENNUSKUSTANNUKSET VAIHTOEHDOISSA 1 B ja 2 B
NUMMIJÄRVEN KUNNOSTUSHANKKEESSA

| | | |
|-------------------------|-------------------------------|-----------|
| Huvilatien korotus | 220 m ³ · 50,00 mk | 11 000 mk |
| Yleiskustannukset 30 % | | 3 300 mk |
| K U S T A N N U K S E T | | 14 300 mk |

BETONISEN POHJAPADON RAKENNUSKUSTANNUKSET VAIHTOEHDOISSA 1 A ja 1 B
 NUMMIJÄRVEN KUNNOSTUSHANKKEESSA

| | | | |
|---------------------------|--------------------|------------------|------------------------------------|
| Mittaus | | 3 000 mk | 1 RAM + 1 RM + TJ |
| Tien raivaus | 40 m | 800 mk | 1 RAM + 1 RM + PT 12 + TJ |
| Työpadon rakentaminen | 450 m ³ | 25 700 mk | 2 RAM + 2 RM + 4 KA + TR |
| ja purku | | | + JT 06 + PT 12 + KUP 13 + TJ |
| Peruskaivannon kaivu | 250 m ³ | 12 000 mk | KKH 25 + 2 RM + PT 12 + TJ |
| ja kaivumaiden levitys | | | |
| Eristysmassat + tiivistys | 500 m ³ | 15 000 mk | KKH 25 + 2 RM + 5 KA + KUP 13 + TJ |
| Muottien teko + raudoitus | 58 m ² | 14 100 mk | 2 RAM + 2 RM + TJ |
| Valu | 15 m ³ | 11 000 mk | 2 RAM + 2 RM + TJ |
| Muottien purkaminen | 58 m ² | <u>2 700 mk</u> | 2 RAM + 2 RM + TJ |
| YHTEENSÄ | | 84 300 mk | |
| Yleiskustannukset 30 % | | <u>25 300 mk</u> | |
| KUSTANNUKSET | | 110 000 mk | |

BETONISEN POHJAPADON RAKENNUSKUSTANNUKSET VAIHTOEHDOISSA 2 A ja 2 B
 NUMMIJÄRVEN KUNNOSTUSHANKKEESSA

| | | | |
|---------------------------|--------------------|------------------|------------------------------------|
| Mittaus | | 3 000 mk | 1 RAM + 1 RM + TJ |
| Tien raivaus | 40 m | 800 mk | 1 RAM + 1 RM + PT 12 + TJ |
| Työpadon rakentaminen | 450 m ³ | 25 700 mk | 2 RAM + 2 RM + 4 KA + TR |
| ja purku | | | + JT 06 + PT 12 + KUP 13 + TJ |
| Perusmaan poisto | 300 m ³ | 13 700 mk | KKH 25 + 2 RM + PT 12 + TJ |
| ja levitys | | | |
| Eristysmassat + tiivistys | 600 m ³ | 17 600 mk | KKH 25 + 2 RM + 5 KA + KUP 13 + TJ |
| Muottien teko + raudoitus | 90 m ² | 21 800 mk | 2 RAM + 2 RM + TJ |
| Valu | 27 m ³ | 19 700 mk | 2 RAM + 2 RM + TJ |
| Muottien purkaminen | 90 m ² | <u>4 100 mk</u> | 2 RAM + 2 RM + TJ |
| YHTEENSÄ | | 106 400 mk | |
| Yleiskustannukset 30 % | | <u>31 900 mk</u> | |
| KUSTANNUKSET | | 139 000 mk | |

PUMPPAAMOIDEN, ALIJOHTOJEN JA PUTKIOJAN RAKENNUSKUSTANNUKSET
 VAIHTOEHDOISSA 1 A, 1 B, 2 A ja 2 B NUMMIJÄRVEN KUNNOSTUSHANKKEESSA

Pumppaamo 1

| | | | |
|-----------------|------------------------|--------------------|------------------|
| Alustavat työt: | mittaus | | 1 000 mk |
| Materiaalit: | renkaat ϕ 2000 | 3 kpl | 9 130 mk |
| | kansi ϕ 200 | 1 kpl | 1 000 mk |
| | renkaat ϕ 800 | 2 kpl | 740 mk |
| | ϕ 800 | 1 kpl | 280 mk |
| | alijohto ϕ 250 | 19 m | 2 800 mk |
| | sorastus | 100 m ³ | 1 000 mk |
| Varusteet: | pumput | 2 kpl | 48 000 mk |
| | ohjauskeskus ja vipa | 1 kpl | 15 000 mk |
| | sähkölina | 80 m | 3 200 mk |
| Työ: | palkat ja konetyö | | <u>17 200 mk</u> |
| | YHTEENSÄ | | 99 400 mk |
| | Yleiskustannukset 30 % | | <u>29 800 mk</u> |
| | KUSTANNUKSET | | 129 200 mk |

Pumppaamo 2

| | | | |
|-----------------|------------------------|-------------------|-----------------|
| Alustavat työt: | mittaus | | 1 000 mk |
| Materiaalit: | renkaat ϕ 1200 | 2 kpl | 2 300 mk |
| | kansi | 1 kpl | 1 000 mk |
| | alijohto ϕ 180 | 7 m | 530 mk |
| | sorastus | 40 m ³ | 400 mk |
| Varusteet: | pumppu | 1 kpl | 11 700 mk |
| | ohjauskeskus ja vipa | 1 kpl | 10 000 mk |
| Työ: | palkat ja konetyö | | <u>4 500 mk</u> |
| | YHTEENSÄ | | 31 500 mk |
| | Yleiskustannukset 30 % | | <u>9 500 mk</u> |
| | KUSTANNUKSET | | 41 000 mk |

Pumppaamo 3

| | | | |
|-----------------|------------------------|--------------------|------------------|
| Alustavat työt: | mittaus | | 1 000 mk |
| Materiaalit: | renkaat ϕ 1200 | 3 kpl | 3 500 mk |
| | kansi | 1 kpl | 1 000 mk |
| | renkaat ϕ 800 | 2 kpl | 740 mk |
| | alijohto ϕ 180 | 16 m | 1 200 mk |
| | sorastus | 100 m ³ | 1 000 mk |
| Varusteet: | pumppu | 1 kpl | 11 700 mk |
| | ohjauskeskus ja vipa | 1 kpl | 10 000 mk |
| | sähkölinja | 120 m | 4 900 mk |
| Työt: | palkat ja konetyö | | <u>9 000 mk</u> |
| | YHTEENSÄ | | 44 100 mk |
| | Yleiskustannukset 30 % | | <u>13 200 mk</u> |
| | KUSTANNUKSET | | 57 300 mk |

Alijohto 1

| | | | |
|-----------------|------------------------|--------------------|-----------------|
| Alustavat työt: | mittaus | | 1 000 mk |
| Materiaalit: | renkaat ϕ 800 | 4 kpl | 1 150 mk |
| | ϕ 800 | 2 kpl | 740 mk |
| | alijohto ϕ 225 | 20 m | 2 400 mk |
| | sorastus | 100 m ³ | 1 000 mk |
| Työt: | palkat ja konetyö | | <u>7 000 mk</u> |
| | YHTEENSÄ | | 13 300 mk |
| | Yleiskustannukset 30 % | | <u>4 000 mk</u> |
| | KUSTANNUKSET | | 17 300 mk |

Alijohto 2

| | | | |
|-----------------|------------------------|--------------------|-----------------|
| Alustavat työt: | mittaus | | 1 000 mk |
| Materiaalit: | renkaat ϕ 800 | 4 kpl | 1 150 mk |
| | ϕ 800 | 2 kpl | 740 mk |
| | alijohto ϕ 150 | 14 m | 840 mk |
| | sorastus | 100 m ³ | 1 000 mk |
| Työt: | palkat ja konetyö | | <u>5 000 mk</u> |
| | YHTEENSÄ | | 9 700 mk |
| | Yleiskustannukset 30 % | | <u>3 000 mk</u> |
| | KUSTANNUKSET | | 12 700 mk |

Putkioja

| | | | |
|-----------------|------------------------|--------------------|------------------|
| Alustavat työt: | mittaus | | 1 000 mk |
| Materiaalit: | renkaat ϕ 1000 | 2 kpl | 2 040 mk |
| | kansi | 1 kpl | 1 000 mk |
| | putki ϕ 350 | 80 m | 14 240 mk |
| | sorastus | 100 m ³ | 1 000 mk |
| Työt: | palkat ja konetyö | | <u>18 000 mk</u> |
| | YHTEENSÄ | | 37 300 mk |
| | Yleiskustannukset 30 % | | <u>11 200 mk</u> |
| | KUSTANNUKSET | | 48 500 mk |

